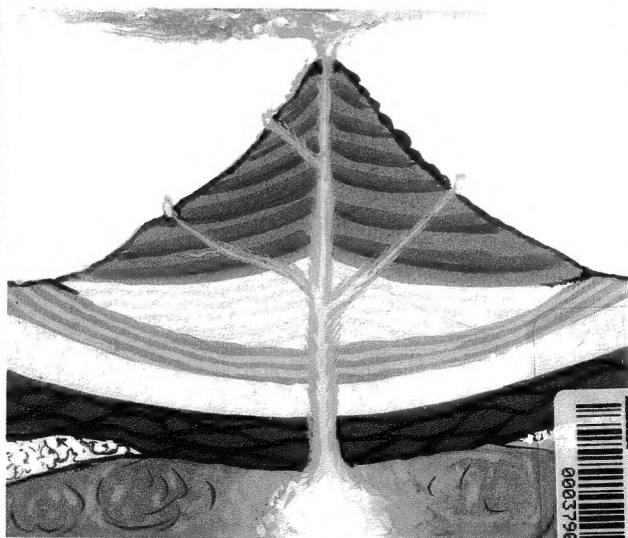


# تطبيقات في الجيولوجيا العامة

معادن - صخور - أحافير - خرائط

الدكتور / محمد عبد الفني مشرف



الطاهر عثمان إدريس  
حسين سالم عوض





**تطبّينات في**  
**الجيولوجيا العامة**  
**«معادن - صخور - أحافير - خرائط»**





# تطبيقات في الجيولوجيا العامة

«معادن - صخور - أحافير - خرائط»

## تأليف

الدكتور/ محمد عبد الغني مشرف  
أستاذ علم الرسوبيات  
قسم الجيولوجيا - كلية العلوم  
جامعة الملك سعود - الرياض

حسين سالم عوض  
باحث علمي  
قسم الجيولوجيا - كلية العلوم  
جامعة الملك سعود - الرياض

الطاهر عثمان ادريس  
ماجستير في الجيوفيزياء  
قسم الجيولوجيا - كلية العلوم  
جامعة الملك سعود - الرياض



ص.ب: ١٠٧٢٠ - الرياض: ١١٤٤٣ - تلكس ٤٠٣١٢٩

المملكة العربية السعودية - ت: ٤٦٥٨٥٢٣ - ٤٦٤٧٥٣١

رقم الإيداع

٩٢/٨٦١٢

© دار المريخ للنشر ، الرياض ، المملكة العربية السعودية ، ١٤١٣هـ / ١٩٩٣م

جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة لدار المريخ للنشر - الرياض

المملكة العربية السعودية ، ص. ب ١٠٧٢٠ - الرمز البريدي ١١٤٤٣

تلكس ٤٠٣١٢٩ - فاكس ٤٦٥٧٩٣٩ ، هاتف ٤٦٤٧٥٣١ / ٤٦٥٨٥٢٣

لا يجوز استساخ أو طباعة أو تصوير أي جزء من هذا الكتاب

أو إختزانه بأية وسيلة إلا بإذن مسبق من الناشر .

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ

سُورَةُ الْعَنْكَبُوتِ

الآية : (٢٠)



## مقدمة

يحتوي هذا الكتاب على جزئين: أعد الجزء الاول (معادن - صخور - أحافير) ليعخدم الطلاب الدارسين لمادة الجيولوجيا لأول مرة في الجامعة. كما أنه ملحق مهم ومساند لمواضيع شرحت في محاضرات الجيولوجيا الفيزيائية بشكل خاص ومبادئ الجيولوجيا بشكل عام ونأمل أن يسهم تأليف هذا الكتاب باللغة العربية في سرعة الفهم عند الطالب المبتدي. هذا بالإضافة إلى أنه كوسيلة معملية وضع لكى يكون مدخلاً لحل وتفسير العديد من المسائل الجيولوجية التي يدرسها الطالب في المعمل أو يلاحظها في الحقل. وبشكل عام فإن الطالب من خلال هذه المادة المعملية سوف يقوم بتطبيق المفاهيم الجيولوجية المعطاة له في المحاضرات النظرية. إن هذا الكتاب المعمل يغطي فقط الجزء الخاص بالجيولوجيا المعملية وعلى طالب الجيولوجيا أن يطور مقدرته في تدوين ملاحظاته الدقيقة والمكتسبة من شرح المحاضرات والدراسة الحقلية.

وقد قدمت التمارين المعملية بشكل عام وبنظام ينسجم مع تتابع المواضيع المعطاة في المحاضرات النظرية. ولقد ركزنا على أمثلة يسهل على الطالب فهمها والاستفادة منها. وتهتم هذه المادة العملية بالمواضيع الأساسية مثل المعادن والصخور بأنواعها الثلاثة والأحافير بشكل مختصر.

وتعتبر المادة العملية والمادة النظرية في الجيولوجيا الفيزيائية مكملتا لبعضهما البعض ومن ثم يصبح حرص الطالب على المواظبة في الحضور في كلا الفترتين أمراً لا بد منه حتى يستطيع متابعة فهم المعلومات بصورة جيدة وسليمة كما يفضل أن يقرأ الطالب مسبقاً موضوع المحاضرة أو المادة العلمية المتوقع شرحها في الدرس اللاحق.

إن حل التمارين المعطاة للطلاب من أهم مكملات فهم المادة، العملية فعليه نأمل

من طلابنا المداومة في حضور الفترات العملية ومناقشة المواضيع الغير واضحة أولاً بأول ومراجعة أستاذ المادة باستمرار حتى تكون النتيجة مرضية للجميع باذن الله .

إن علم الجيولوجيا يحتوى على أسماء المعادن والصخور والعصور الجيولوجية . وهي مصطلحات أجنبية يتعذر أحيانا تعريبها أو اختيار مصطلح عربي موحد ومناسب لها ولقد رأينا من المناسب وضع الاسم أو المصطلح باللغتين العربية والانجليزية جنباً إلى جنب كلما أمكن ذلك . وبمثل هذا العمل اللغوي في التدريس سوف تبلور لغة جيولوجية مفهومة لدى الطالب .

ويحتوي الباب الأول على تعريف المعدن وتصنيفه والخواص الطبيعية له إلى جانب خواص أخرى . أما الباب الثاني فيناقش تصنيف وتركيب وأنسجة الصخور النارية مع وصف شامل لأهم هذه الصخور . كما يتطرق الباب الثالث إلى دراسة تكوين وتصنيف وتوضيح وتقسيم الصخور الرسوبية مع وصف شامل لها . ويحتوي الباب الرابع على تعريف التحول مع شرح عوامله وأنواعه بالإضافة إلى مناقشة أنسجة وخواص وتقسيم الصخور المتحولة . أما الباب الخامس فقد خصص لدراسة الزمن الجيولوجي وعلم الأحافير والتاريخ الجيولوجي للمملكة العربية السعودية مع وصف شامل لبعض الأحافير الدالة .

ولقد اعد الجزء الثاني (الخريطة الجيولوجية وتطبيقاتها) لكي يستطيع طالب الجيولوجيا المبتديء من خلاله معرفة الظواهر الجيولوجية التي يمكن تفسيرها وحلها باستخدام الخرائط الجيولوجية الموضوعية والتي سوف تساعد الطالب على تطوير استيعاب البعد الثالث لديه . كما أن رسومات الخرائط المعطاة والأمثلة والمسائل المتعلقة بها ستقود الطالب إلى سرعة فهم ودراسة الخريطة الجيولوجية الفعلية لمناطق محددة ومن ثم معرفة جيولوجية تلك المنطقة وكما هو معروف أن الذي يقوم باعداد الخرائط الجيولوجية النموذجية لقطر ما هو إدارة المساحة الجيولوجية في ذلك القطر .

ويعتبر استيعاب الخرائط الجيولوجية وتطبيقاتها من أهم الطرق المؤدية إلى إدراك شامل ومفهوم تام لتكوينية وجيولوجية المنطقة الواقعة تحت الدراسة . ولذلك اهتمت مادة هذا الجزء بالخرائط الجيولوجية بشكل عام والطبقات بأنواعها وجميع

البنيات التكتونية. كما أن حل المسائل الجيولوجية وعمل الخرائط التدريبية المعطاة للطلاب من أهم جوانب فهم المادة العملية في هذا المضمار وهي الركيزة التي من خلالها يستطيع الطالب تنمية قدرته في فهم هذا الجانب الهام والمكمل للمواضيع المتعلقة بعمل المعادن والصخور والأحافير والتي تم الحديث عنها تفصيلاً في الجزء الأول من هذا الكتاب. ومن ثم يستلزم الأمر من طلابنا المداومة الجادة في حضور الفترات العملية واستمرارية مناقشة المواضيع الغير واضحة مع أستاذ المادة حتى تعود الفائدة بإذن الله على الجميع.

يحتوي الباب السادس من الكتاب على أساسيات علم الخرائط مع صورة مبسطة تسهل متابعتها حتى الوصول إلى آخر الخرائط الجيولوجية الأكثر تعقيداً. ويتناول الباب السابع شرح للخرائط الطبوغرافية كما يوضح طرق رسمها وتفسيرها، ويغطي الباب الثامن مدخلاً شاملاً للخرائط الجيولوجية شارحاً كيفية رسم الخرائط الجيولوجية للطبقات الأفقية، كما يبين خطوات رسم القطاع الجيولوجي، أما الباب التاسع فقد شمل الخرائط الجيولوجية للطبقات المائلة مع إيضاح خطوات رسم أسطح الطبقات وتحديد العلاقة بين زاوية الميل وسمك الطبقات وامتدادها. ولقد تم في الباب العاشر شرح طرق رسم الطبقات المطوية والمتصدعة وأسطح عدم التوافق على الخرائط الجيولوجية. أما الباب الحادي عشر فيحتوي على مناقشة وإيضاح أنواع الخرائط الطبقيّة والخرائط الجيوفيزيائية وطرق تفسيرها. وأخيراً يستعرض الباب الثاني عشر وصفاً للقطاعات الطبقيّة وشرحاً لعملية المضاهاة وطرقها. ولقد أدرج في كل باب العديد من الأمثلة المبسطة واختتم بمجموعة من التمارين.

أ. د. محمد عبدالغني مشرف

حسين سالم عوض

الطاهر عثمان ادريس





## كلمة شكر وتقدير

ندون شكرنا وتقديرنا لجامعة الملك سعود على ماوفرتنا لتيسير احتياجات تأليف هذا الكتاب من كتب وافرة في المكتبة المركزية وقسم التصوير بكلية العلوم الذي قام بتصوير العينات الصخرية .

كما أننا مدينين بالشكر والتقدير للمحكمين الذين اختارهما مجلس قسم الجيولوجيا بتحكيم الجزء الاول من هذا الكتاب ولما بذلوه من تصحيحات وانتقادات علمية مثمرة وبناءه أدت الى ظهور هذا الكتاب بصورة جيدة . ونخص بالشكر والتقدير الاخوة الزملاء بالقسم كل حسب مساهمته في مراجعة وتدقيق هذا الكتاب بكلمه .

ونشكر كلا من السيد/ عباس على محمد سعيد، والسيد/ اسماعيل ايوب اسماعيل لتنفيذ جميع الرسومات اللازمة - ونشكر السيد / عبدالمنعم عرفة لطباعة مسودة هذا الكتاب .



# المحتويات

## مقدمة

الجزء الأول : معادن - صخور - أحافير

الباب الأول : المعادن

٣٠	* مقدمة
٣١	* تعريف المعدن
٣٢	* تصنيف المعادن
٣٤	* البنية البلورية
٣٦	* الخواص الطبيعية
٣٦	- اللون
٣٦	- المخدش
٣٧	- البريق
٣٧	- الصلابة
٣٩	- الانفصام
٤٢	- المكسر
٤٣	- الوزن النوعي
٤٣	* خواص أخرى
٤٣	- المغناطيسية
٤٣	- الملمس
٤٣	- الرائحة
٤٣	- التفاعل مع الحمض
٤٣	- الطعم أو المذاق
٤٣	* تمرين «٥ تمارين»

## الباب الثاني : الصخور النارية

٥٣	* مقدمة
٥٣	* تصنيف الصخور النارية
٥٣	* التركيب المعدني للصخور النارية
٥٤	تركيب الصهير الاصلي
٥٥	تبلور الصهير
٥٥	* علاقة اللون بالتركيب المعدني
٥٧	* علاقة اللون بالوزن النوعي
٥٧	* انسجة الصخور النارية
٥٧	خشن (فانيريقي)
٥٧	دقيق (افانيتي)
٥٩	مرقط (بورفيري)
٥٩	زجاجي
٥٩	اسفنجي أو فقاعي
٥٩	كسرى أو فتاتى
٥٩	لوزى
٥٩	* التاريخ التبريدي
٦٢	* وصف اهم الصخور النارية
٦٢	عائلة الجرانيت والريولايت
٦٣	عائلة الدايورايث والانديزايت
٦٥	عائلة الجابرو والبالزت
٦٦	عائلة البريديوتايت
٦٨	الزجاج البركاني
٧٠	الصخور النارية الفتاتية
٧١	* تمرين عن التعرف على الصخور النارية « ٥ تمرين »

## الباب الثالث : الصخور الرسوبية

٧٥	* مقدمة .....
٧٥	* تكوين الرواسب والصخور الرسوبية
٧٦	* نموذج مثالي وبسط لتوضيح اصل الثلاثة أنواع الرئيسة من الرواسب
٧٨	* عمليات التجوية
٧٨	التجوية الميكانيكية
٧٩	التجوية الكيميائية
٧٩	* عمليات النقل
٧٩	الاستدارة ونقصان الحجم
٧٩	عملية التصنيف أو الفرز
٨٠	* عمليات الترسيب والبيئات الرسوبية
٨١	* البيئات الرسوبية
٨٢	* نضوج الرواسب
٨٣	احجار رملية غير ناضجة
٨٣	احجار رملية شبه ناضجة
٨٣	احجار رملية ناضجة
٨٣	* تقسيم الصخور الرسوبية حسب اصل نشأتها
٨٤	الصخور الفتاتية .....
٨٦	الصخور الكيميائية
٨٦	الصخور الكيميائية الحيوية أو العضوية
٨٧	* وصف أهم أنواع الصخور الرسوبية
٨٧	أولاً : الصخور الفتاتية .....
٨٧	الرصيص أو المذملك .....
٨٨	الراحص أو البرشيا .....
٨٩	أحجار الرمل .....
٩٢	أحجار الغرين .....
٩٣	أحجار الطين والطفل .....

٩٤	ثانيا : الصخور الكيميائية
٩٤	أحجار الجير
٩٥	حجر الجير المتبلور
٩٥	حجر الجير الدقيق التبلور
٩٦	حجر الجير السرخي
٩٧	الدلومايت أو حجر الدلومايت
٩٧	صخر الجبس
٩٨	صخر الملح
٩٨	الانهدرايت
٩٩	الظفر «الشيرت» والصوان
١٠٠	ثالثا : الصخور الكيميائية الحبيوية أو العضوية
١٠٠	الكوكينا
١٠٠	حجر الجير الأحفوري أو الهيكل
١٠١	صخر الطباشير
١٠١	الخث
١٠٣	الفحم
١٠٤	* تمرين عن التعرف على الصخور الرسوبية «٥ تمارين»

## الباب الرابع : الصخور المتحولة

١١٥	* مقدمة
١١٥	* عوامل التحول
١١٥	الحرارة
١١٦	الضغط
١١٦	السوائل النشطة كيميائيا
١١٦	* انواع التحول
١١٦	التحول التماسي
١١٨	التحول الاقليمي

١٢١	* انسجة الصخور المتحولة
١٢١	متورقة
١٢١	مخططة
١٢١	محببة
١٢٣	* تقسيم الصخور المتحولة
١٢٤	* معادن الصخور المتحولة
١٢٥	* وصف أهم الصخور المتحولة
١٢٥	أولاً : الصخور المتورقة
١٢٥	الأردواز
١٢٦	الفيللايت
١٢٦	الشيست
١٢٧	النايس
١٢٨	ثانياً : الصخور غير المتورقة
١٢٨	الهورنفلز
١٢٨	الكوارتزيت
١٢٩	الرخام
١٣١	* تمرين عن التعرف على الصخور المتحولة « ٥ تمرين »

## الباب الخامس : الزمن الجيولوجي وعلم الأحافير

١٣٧	* مقدمة
١٣٧	* الزمن الجيولوجي
١٣٨	الأبد
١٣٩	الحقب
١٤٠	العصر
١٤٠	الحين
١٤٠	الأوان
١٤٢	* الوحدات الزمنية الصخرية

١٤٢	* الوحدات الطبقة الحيوية
التاريخ الجيولوجي العام والتاريخ الجيولوجي للمملكة العربية السعودية	* ١٤٣
حقب ما قبل الكامبري	١٤٥
حقب الحياة القديمة	١٤٥
العصر الكامبري	١٤٥
العصر الأردوفيشي	١٤٦
العصر السيلوري	١٤٦
العصر الديفوني	١٤٧
العصر الكربوني	١٤٧
العصر البرمي	١٤٨
حقب الحياة المتوسطة	١٤٨
العصر الترياسي	١٤٩
العصر الجوراسي	١٤٩
العصر الكريتاسي أو الطباشيري	١٥٠
حقب الحياة الحديثة	١٥٠
العصر الثلاثي	١٥١
العصر الرباعي	
١٥٢	* علم الأحافير
١٥٢	* تعريف الأحفورة
١٥٢	* أهمية دراسة الأحافير
١٥٢	* طرق حفظ الأحافير
١٥٣	* طرق الحفظ «التأخير»
١٥٣	* الحفظ بدون تغيير «الحفظ المباشر»
١٥٣	* الحفظ مع التغيير «الحفظ المباشر»
١٥٣	إعادة التبلور
١٥٣	التمعدن
١٥٣	الاستبدال



١٥٤	التفحيم
١٥٤	* الحفظ غير المباشر
١٥٧	التعرف على بعض الأحافير الشائعة
١٥٧	* التماثل
١٥٧	تماثل شعاعي
١٥٧	تماثل ثنائي جانبي
١٥٩	* الحجم
١٥٩	* الشكل
١٥٩	شكل الاسطوانة
١٥٩	شكل السيجار
١٥٩	شكل المخروط
١٥٩	شكل الكرة
١٥٩	شكل القرن
١٦٢	شكل الدائرة
١٦٢	شكل القلب
١٦٢	شكل الكأس
١٦٢	شكل البرعم
١٦٢	اللف
١٦٢	لف مستوي
١٦٢	لف مخروطي حلزوني
١٦٢	* تمرين عن كيفية التعرف على الأحافير « ٥ تمرين »
١٧٧	الجزء الثاني: الخرائط الجيولوجية وتطبيقاتها
١٧٩	الباب السادس: عناصر الخريطة
١٨١	* مقدمة
١٨١	* عناصر الخريطة
١٨١	العنوان

١٨١	مقياس الرسم
١٨٢	تمثيل مقياس الرسم
١٨٣	* تحويل مقياس الرسم من صورة الى اخرى
١٨٥	* الرموز أو المفتاح
١٨٦	* الموقع

## ١٩١ الباب السابع : الخرائط الطبوغرافية

١٩١	* مقدمة
١٩٢	* الخارطة الطبوغرافية
١٩٢	اتجاه الشمال
١٩٢	خطوط الكتور
١٩٤	المسافة الكتورية
١٩٥	تحديد الارتفاعات من خطوط الكتور
١٩٦	ترقيم خطوط الكتور
١٩٨	* المعالم الطبوغرافية
٢٠١	السهل
٢٠١	الهضبة
٢٠٢	الواد أو الوادي
٢٠٣	الجبال
٢٠٣	التلال
٢٠٣	السرج
٢٠٤	المنحدرات
٢٠٤	* القطاع الطبوغرافي أو التضاريسي
٢٠٦	* المبالغة الرأسية
٢٠٩	* الخارطة الجيولوجية
٢٠٩	* دليل الخارطة
٤٣٧ - ٤١٧	* تمارين (١٠ تمارين)

## الباب الثامن : الطبقات الافقية

- ٢١٣ \* مقدمة
- ٢١٥ \* تتابع الطبقات
- ٢١٦ \* مكاشف الطبقات
- ٢١٦ \* تمثيل مظاهر الطبقات الافقية على الخارطة الكتورية
- ٢١٩ \* حساب عمق الطبقات الافقية في الابار
- ٢٢٠ \* القطاع الجيولوجي للطبقات الافقية
- ٤٣٩ - ٤٥٧ \* تمارين «٩ تمارين»

## الباب التاسع : الطبقات المائلة

- ٢٢٧ \* مقدمة
- ٢٢٧ \* خط الامتداد أو الاتجاه «المضرب»
- ٢٢٧ \* زاوية الميل
- ٢٢٧ \* حساب زاوية الميل
- ٢٣١ \* حساب السمك الحقيقي للطبقات المائلة
- ٢٣٢ \* حساب عمق الطبقات المائلة في الابار
- ٢٣٢ \* رسم مظاهر الطبقات المائلة
- ٢٣٤ \* رسم القطاع الجيولوجي للطبقات المائلة
- ٢٣٦ \* رسم المكشف الكامل للطبقات
- ٤٥٩ - ٥٠٠ \* تمارين «٢٠ تمارين»

## الباب العاشر : البنيات التكتونية

- ٢٤٩ \* مقدمة
- ٢٤٩ \* أولا : الطيات
- ٢٤٩ \* الطية المقعرة
- ٢٥٠ \* الطية المحدبة

٢٥٣	الطية وحيدة الميل
٢٥٣	* رسم مكاشف الطبقات المطوية
٢٥٧	* رسم القطاع الجيولوجي
٢٥٧	* ثانيا: الصدوع
٢٥٩	مكاشف الطبقات الافقية
٢٦٠	مكاشف الطبقات المائلة
٢٦٤	* ثالثا: الطيات المتصدعة
٢٦٥	* رسم مكاشف الطبقات المتصدعة
٢٧٠	* رابعا: عدم التوافق
٢٧٠	* انواع عدم التوافق
٢٧١	عدم التوافق الزاوي
٢٧١	عدم التوافق المتوازي
٢٧٢	عدم التوافق المحلي
٢٧٣	اللا توافق
٥٦٦ - ٥٠١	* تمارين «٣٨ تمرين» .....

٢٧٥	الباب الحادي عشر : الخرائط الطبقيّة والجيوفيزيائية
٢٧٧	* أولا : الخرائط الطبقيّة
٢٧٧	* مقدمة
٢٧٧	أنواع الخرائط الطبقيّة
٢٧٨	خارطة كنتورية بنائية
٢٧٨	تفسير الخارطة الكنتورية البنائية
٢٨٠	خارطة السهابة
٢٨١	تفسير خارطة السهابة
٢٨٥	خارطة السحنات
٢٨٧	تفسير خارطة السحنات
٢٨٧	مقارنة الخرائط الطبقيّة

٢٩٣	خارطة تساوي السهالة
٢٩٣	خارطة النسبة
٢٩٥	خارطة الجغرافية القديمة
٢٩٥	خارطة السحن الحياتية
٢٩٦	* ثانيا : الخرائط الجيوفيزيائية
٢٩٦	* مقدمة
٢٩٨	خارطة الجاذبية
٣٠٠	خارطة المغناطيسية
٦١٨ - ٥٦٧	* تمارين (١١ تمرين)

## الباب الثاني عشر : القطاعات الطبقة والمضاهاة

### أولا : القطاعات الطبقة

٣٠٥	* مقدمة
٣٠٥	* وصف القطاعات الطبقة
٣٠٦	* طرق رسم القطاعات الطبقة
٣٠٦	القطاع الجيولوجي العرضي
٣٠٦	القطاع الطبقي العمودي
٣٠٦	الرسم السياحي
٣٠٨	ثانيا : المضاهاة

٣٠٨	* مقدمة
٣٠٨	إستخدامات المضاهاة
٣١٠	طرق عملية المضاهاة
٣١٠	المضاهاة الصخرية
٣١١	المطابقة الصخرية
٣١١	العلاقات الجيوكيميائي
٣١١	العلاقات البنائية الاولية

٣١١	التابع الطبقي
٣١١	العلاقات الجيوفيزيائية
٣١٢	الجهد الذاتي
٣١٢	المقاومة النوعية
٣١٤	الجاما والنيترون
٦٤٦ - ٦١٩	* تماريسن «١٢ تمرين»

## \* ثبت المصطلحات

٣٢١	أولا : ترتيب عربي - انجليزي «ألف بائي»
٣٤٥	ثانيا : ترتيب انجليزي - عربي «هجائي»

## \* فهرست الأشكال

٣٦٩	الباب الأول
٣٦٩	الباب الثاني
٣٦٩	الباب الثالث
٣٧٠	الباب الرابع
٣٧١	الباب الخامس
٣٧٢	الباب السادس
٣٧٢	الباب السابع
٣٧٢	الباب الثامن
٣٧٣	الباب التاسع
٣٧٣	الباب العاشر
٣٧٤	الباب الحادي عشر
٣٧٥	الباب الثاني عشر

## \* فهرس الجداول

٣٧٧	الباب الأول
٣٧٧	الباب الثاني

٣٧٧

الباب الثالث

٣٧٧

الباب الرابع

٣٧٨

الباب الخامس

٣٧٩

\* المراجع

٣٨١

أولا : المراجع العربية

٣٨٢

ثانيا : المراجع الأجنبية

٣٨٥

الجزء الثالث : التمارين العملية

٣٨٦

تمارين الباب الأول

٣٩٢

تمارين الباب الثاني

٣٩٨

تمارين الباب الثالث

٤٠٤

تمارين الباب الرابع

٤١٠

تمارين الباب الخامس

٤١٧

تمارين الباب السابع\*

٤٣٩

تمارين الباب الثامن

٤٥٩

تمارين الباب التاسع

٥٠١

تمارين الباب العاشر

٥٦٧

تمارين الباب الحادي عشر

٦١٩

تمارين الباب الثاني عشر





**PART ONE**

**الجزء الأول**

---

**معادن - صخور - أحافير**

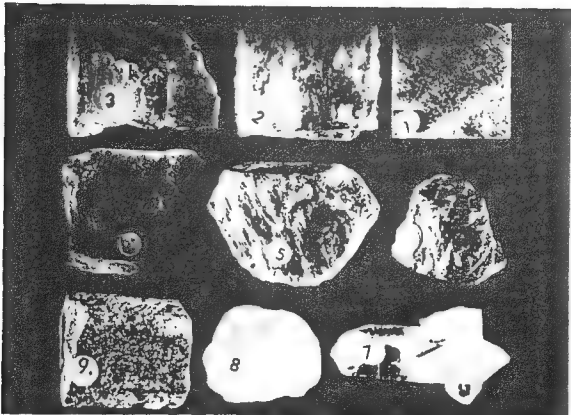
**MINERALS - ROCKS - FOSSILS**



## الباب الأول

### MINERALS

### المعادن





# الباب الأول

## المعادن

## MINERALS

### مقدمة INTRODUCTION

تعتبر دراسة المعادن من أساسيات عمل كل من الجيولوجي وعلم الجيولوجيا المعروف بعلم الأرض لأن المعادن تشكل الصخور المكونة للأرض. إن الغرض الأساسي من هذه المادة العملية التعرف على مجموعة من المعادن بناءً على معرفة خواصها الطبيعية إلا أنه يسبق ذلك تعريف المعدن.

### تعريف المعدن Definition of Mineral

يعرف المعدن على أنه مادة صلبة تكونت طبيعياً نتيجة تفاعل كيميائي غير عضوي ولها تركيب كيميائي محدد وثابت وبنية بلورية مميزة. وعليه فإننا فيما يلي سوف نشرح بالتفصيل الصفات التي يجب أن تتوفر في المادة لكي تسمى معدن.

### ١) مادة صلبة Solid substance

أي مادة غير صلبة سائلة أو غازية تفتقد التركيب الذري المنتظم أي أنها غير متبلورة، مثل الماء أو النفط أو الهواء فجميع هؤلاء ليست معادن حيث أن المعدن لابد أن يكون مادة صلبة.

### ٢) غير عضوية Inorganic

هذا يعني أن المعادن لم تكن كائنات حية. ولكن بعض المعادن التي تحتوي على كربون تستثنى من ذلك. الماس ربما كان أصله في السابق عضوي، كذلك الجرافيت، أما الكالسيت المكون لاصدف بعض الحيوانات البحرية مثل القواقع والمحاريات فهو بالتأكيد ناتج عن عمليات عضوية. ومع ذلك فإن تلك المواد إذا تبلورت وقست أصبحت ضمن إطار تعريف المعادن.

## (٣) تكونت طبيعي Naturally Occuring

هذا يعني أن المواد المصنعة كيميائيا لاتعتبر معادن ويمكن تصنيع مواد في المعمل لايتمكن تفريقها عن المعادن ومع ذلك لاتعتبر تلك المواد معادن كالمعادن الموجودة في الطبيعة.

## (٤) تركيب كيميائي محدد Definite Chemical Composition

أي معدن مكون من عنصر أو عدة عناصر بنسب معينة. مثال (  $\text{SiO}_2$  ) هو، المركب الكيميائي لمعدن الكوارتز. ويعني هذا المركب أن أي بلورة أو قطعة من معدن الكوارتز مكونة من ذرة سليكون مقابلها ذرتين من الاكسجين. هناك عدد بسيط من المعادن التي يتغير تركيبها الكيميائي ولكن في نطاق محدود حيث يحل عنصر محل عنصر اخر في المعدن ومن ثم يتشكل معدن جديد يختلف في خواصة الفيزيائية وتركيبه الكيميائي وينتج البلورية عن المعدن السابق، مثال على ذلك في معدن الكالسايث، كربونات الكالسيوم (  $\text{CaCO}_3$  ) ، عندما يحل عنصر الماغنسيوم محل بعض من عنصر الكالسيوم ينتج عن ذلك معدن الدولومايت، كربونات الكالسيوم والماغنسيوم (  $\text{Ca, Mg (CO}_3)_2$  ).

## تصنيف المعادن Classification of Minerals

للتصنيف الكيميائي اهمية كبرى في تصنيف المعادن حيث قسمت الى مجموعات أو أصناف Classes وكل صنف منها يضم مجموعة من المعادن التي تتفق في تكونها نتيجة اتحاد عنصر معين مع عناصر اخرى او اتحاد عنصر أو اكثر مع مركب معين. وفيما يلي شرح مبسط لاهم الاصناف:

## (١) المعادن العنصرية Native Elements

وهي معادن تتركب من عنصر واحد دون اتحاد مع أي عنصر اخر. ويوجد اكثر من عشرين معدنا عنصريا مثل الذهب Au والفضة Ag والنحاس Cu والكبريت S.

## (٢) الكبريتيدات Sulphides

تتكون معادن الكبريتيدات نتيجة لاتحاد عنصر أو اكثر مع الكبريت. ومن

العناصر التي تتحد مع الكبريت الحديد والزنك والنحاس والرصاص والنيكل وغيرها مشكلة مجموعة معادن الكبريتيدات. تقع أهمية معادن هذه المجموعة في أن معظمها ذات فائدة اقتصادية. ومن أمثلة معادن الكبريتيدات معدن الكالكوبيرايت (CuFeS<sub>2</sub>) ، السفاليرايت (ZnS) والجالينا (PbS).

### (٣) الهاليدات Halides

تضم هذه المجموعة كل المعادن التي تنتج من اتحاد عناصر مختلفة مع الكلور أو الفلور أو البروم أو اليود. ومن أمثلتها معادن الهاليت (NaCl) والفلورايت (CaF<sub>2</sub>)

### (٤) الكربونات Carbonates

وتشتمل مجموعة المعادن المحتوية على مركب الكربونات (CO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup> ضمن تركيبها الكيميائي. ومن أمثلتها معادن الكالسيت (CaCO<sub>3</sub>) والدولومايت (Ca, Mg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) والسدرائيت (FeCO<sub>3</sub>) والمجنسيت (MgCO<sub>3</sub>).

### (٥) الكبريتات Sulphates

وهي معادن تحتوي على مركب الكبريتات (SO<sub>4</sub>)<sup>2-</sup> ضمن تركيبها المعدني ومن أمثلتها الجبس (CaSO<sub>4</sub> . 2H<sub>2</sub>O) والبارايت (BaSO<sub>4</sub>) والانهيدرايت (CaSO<sub>4</sub>)

### (٦) الفوسفات Phosphates

وهي معادن تحتوي على مركب الفوسفات (PO<sub>4</sub>)<sup>3-</sup> ضمن تركيبها ومن أمثلتها معدن الأباتايت (Ca<sub>5</sub> (PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> F, Cl, OH).

### (٧) الأكاسيد والهيدروكسيدات Oxides and Hydroxides

تتكون معادن الأكاسيد بالتحاد بالعناصر المختلفة مع الأكسجين ومن أمثلتها معادن الهيماتايت (Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>) والماجنيتايت (FeO . Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>). أما معادن الهيدروكسيدات فتحتوي على شق الهيدروكسيل (OH) ضمن تركيبها الكيميائي. ومن أمثلتها الجوثايت «الليمونايت» (x FeO . OH).

### (٨) السليكات Silicates

تتكون معادن هذه المجموعة بالتحاد عناصر مختلفة أهمها الصوديوم

والكاليسيوم، البوتاسيوم، الحديد، الماغنسيوم والألومنيوم مع مركب السليكون والاكسجين  $(\text{SiO}_2)$ . ولمعادن السليكات أهمية خاصة لأنها تشكل ٢٥٪ من المعادن المعروفة، ٤٠٪ من المعادن الواسعة الانتشار في الطبيعة. كما أن معظم المعادن المكونة للصخور النارية والمتحولة هي معادن سليكاتية. وهذه الصخور تكون أكثر من ٩٠٪ من تركيب القشرة الأرضية.

تتكون الوحدة الأساسية في تركيب السليكات من أربع ذرات أكسجين تتمركز داخلها ذرة سليكون  $(\text{SiO}_4)^{4-}$ ، ويسمى هذا التركيب رباعي الأوجه Tetrahedron. وترتبط رباعيات الأوجه مع بعضها البعض عن طريق المساهمة بذرة أو اثنين أو ثلاث أو أربعة ذرات أكسجين لتعطى تراكيب معقدة من المعادن السليكاتية، وتبعا لنوع الرابطة بين رباعيات الأوجه قسمت معادن السليكات الى الأنواع التالية:

أ - السليكات المنعزلة Nesosilicates مثل الأوليفين  $(\text{Mg.Fe})_2 \text{SiO}_4$ .

ب - السليكات المتجمعة Sorosilicates مثل الميليليت  $\text{Ca}_2 \text{MgSi}_2 \text{O}_7$

ج - السليكات الحلقية Cyclosilicates مثل البيريل  $(\text{SiO}_3)_3 \text{Be}_3 \text{Al}_2$

د - السليكات السلسية Inosilicates مثل البيروكسين  $\text{Mg SiO}_3$  والامفيبول



هـ - السليكات الصفائحية Phyllosilicates مثل معدني الميكا



و - السليكات الهيكلي Tectosilicates

مثل الكوارتز  $(\text{SiO}_2)$  وفلسبار الأورثوكليز  $[\text{K} (\text{Al Si}_3 \text{O}_8)]$  ومعدني البلاجيوكلينز:



### البنية البلورية Crystal Structure

تعتبر البنية البلورية من أهم خواص المعدن الطبيعية. وقد سبق لنا أن اشرنا الى أن المعادن عبارة عن مواد صلبة متبلورة Crystalline وهذا يعني أن الذرات المكونة للمعدن مرتبة بنظام معين يشبه الشبكة حيث تكون الأبعاد بين الذرات



محددة. على سبيل المثال معدن الكوارتز والزجاج يتרכبان من عنصري الأكسجين (O) والسليكون (Si). في معدن الكوارتز ترتب ذرات السليكون والأكسجين ترتيباً منتظماً في ثلاث أبعاد بغض النظر عن حجم بلورات المعدن والمكان الذي تكون فيه. لذلك فالكوارتز مادة صلبة متبلورة وبالتالي فهو معدن. على العكس من ذلك فذرات السليكون والأكسجين في الزجاج تكون غير مرتبة بانتظام بل مرتبة عشوائياً ومن ثم يفقد الزجاج التركيب الذري المنتظم وبالتالي فهو غير متبلور Amorphous فلذلك لا يعتبر الزجاج معدناً.

إذا كانت ظروف التبلور مهيأة لنمو بلورات المعدن بدون إعاقة فإن ذلك يسمح بتكوين اجسام منتظمة البنية البلورية ذات اسطح مستوية تسمى بالبلورات Crystals ويعتمد شكل البلورة على الترتيب الذري الداخلي لها. وعليه يُكوّن المعدن الواحد بلورات من نوع نظام واحد مهما كان حجم تلك البلورات. ويعرف هذا النظام بالنظام البلوري Crystal System ويضم النظام البلوري سبعة أنظمة وهي كما يلي:

- (١) نظام المكعب Cubic System
- (٢) نظام الرباعي Tetragonal System
- (٣) نظام الثلاثي Trigonal System
- (٤) نظام السداسي Hexagonal System
- (٥) نظام أحادي الميل Monoclinic System
- (٦) نظام ثلاثي الميل Triclinic System
- (٧) نظام المعيني القائم Orthorhombic System

سوف تعرض نماذج خشبية أو زجاجية لبلورات من الانظمة البلورية السبعة في المختبر لكي يتعرف عليها الطالب وحتى يستطيع تمييزها.

ويمكن أن يُحدّد النظام البلوري لمعدن ما بالعين المجردة وذلك في حالة بلوغ حجم البلورة الحجم المرئي بالعين ولكن في حالة تبلور المعدن بشكل دقيق جداً فانه بالإمكان الاستعانة بالاشعة السينية في معرفة وتحديد التبلور المعدني.

## الخواص الطبيعية للمعادن Physical Properties OF Minerals

حيث أن لكل معدن تركيب كيميائي ثابت فإنه بالإمكان معرفة ذلك المعدن بواسطة التحليل الكيميائي ويصعب التعرف على المعادن بهذه الطريقة أثناء العمل الحقل لأن هذه الطريقة تتطلب خطوات تحضيرية للعينة، بالإضافة إلى أجهزة تحليل كيميائي، كما أنها ليست الطريقة المثل في الحقل. لذلك استخدم علماء المعادن بعض الخواص والصفات الطبيعية للمعادن مما ساعد ذلك على تمييز المعادن عن بعضها البعض في الحقل والمختبر. وفيما يلي شرح لأهم الخواص الطبيعية التي تستخدم للتعرف على المعادن في العينات اليدوية Hand specimens

### (١) اللون Color

وهو أوضح الخواص التي يمكن ملاحظتها في المعدن لأول نظرة، إلا أن هذه الخاصية لا يعتمد عليها كثيراً خاصة في المعادن غير الفلزية التي يكون لها أكثر من لون، أضف إلى ذلك أن هذه الخاصية تعتمد على مقدرة الشخص في تمييز الألوان التي يراها. وللمعلومية فإن معادن مثل الكوارتز والكالسايت والفلورايت تكون أساساً عديمة اللون ولكنها توجد أيضاً بعدة ألوان وذلك لوجود شوائب تضيف إليها لون معين. كما أن هناك بعض المعادن اللافلزية التي لها ألوان مميزة مثل الكبريت ذو اللون الأصفر والملاكيت ذو اللون الأخضر. أما في المعادن الفلزية فإن اللون من الصفات التي يعتمد عليها في التعرف على تلك المعادن.

### (٢) المخدش Streak

وهو لون مسحوق أو بودرة المعدن والذي يمكن الحصول عليه بواسطة حك المعدن على لوح خزف غير مطلي أو طحنة في هاون. عموماً فلون مخدش المعدن يكون ثابت لذلك المعدن الواحد حتى ولو اختلف لون المعدن الذي يظهر به. ومن الملاحظ أن معظم المعادن اللافلزية الفاتحة اللون لها مخدش أبيض وبالتالي لا يمكن الاستفادة من هذه الخاصية في تمييز تلك المعادن. أما المعادن الفلزية فلكل معدن مخدش مميز بذاته. على سبيل المثال نجد أن البيرايث لونه أصفر ذهبي بينما مخدشة أسود مخضر.

## ٣) البريق . Luster

وهو مظهر سطح المعدن وقدرته على عكس الضوء الساقط عليه . وقد قسم البريق إلى قسمين أساسيين :

أ - بريق فلزي Metallic luster ويشير ذلك الى عكس المعدن لمعظم الضوء الساقط عليه . مثال ذلك بريق الذهب والفضة والحديد والنحاس وغيرها من المعادن الفلزية .

ب - بريق لافلزي Nonmetallic luster وقد صنف هذا النوع من البريق بناءً على مظهره إلى الآتي :

- ١) ماسي Admantine بريق ساطع . مثال ذلك بريق الماس .
- ٢) زجاجي Vitreous مثل بريق الزجاج . مثال ذلك بريق الكوارتز .
- ٣) صمغي Resinous مثل بريق الصمغ . مثال ذلك بريق كل من الكبريت والسفالرايت .
- ٤) لؤلؤي Pearly مثل بريق اللؤلؤ . مثال ذلك بريق التلك وبعض انواع الجبس .
- ٥) حريري Silky مثل بريق الحرير ويوجد في المعادن التي تكون على هيئة الياق ، مثال ذلك بريق الاسبستس والجبس الليفى .
- ٦) ارضي Earthy مثل بريق التراب وهو بريق قائم لايعكس المعدن الا جزءاً بسيطاً من الضوء . مثال ذلك بريق الكاولين .

## تنبيه:

لأن عوامل التجوية قد تغير بريق المعدن الحقيقي ، تأكد من انك تلاحظ البريق على سطح جديد ونظيف ، كذلك بعض المعادن قد يختلف بريقها باختلاف الهية التي توجد عليها . فالجبس الليفى يكون له بريق حريري وبعض انواعه الأخرى لها بريق زجاجي . كذلك الهيماتايت قد يكون له بريق فلزي أو ارضي .

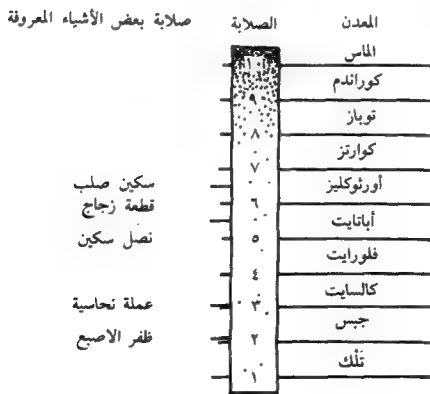
## ٤) الصلابة Hardness

المعروفة ايضاً بالصلادة أو القساوة وهي مقاومة المعدن للخدش او مقدرة المعدن على خدش معدن آخر معروف صلابته . وتقاس الصلابة حسب مقياس

الصلابة الذي وضعه العالم Mohs والذي يتدرج من ١ إلى ١٠ (شكلا ١-١، ١-٢).

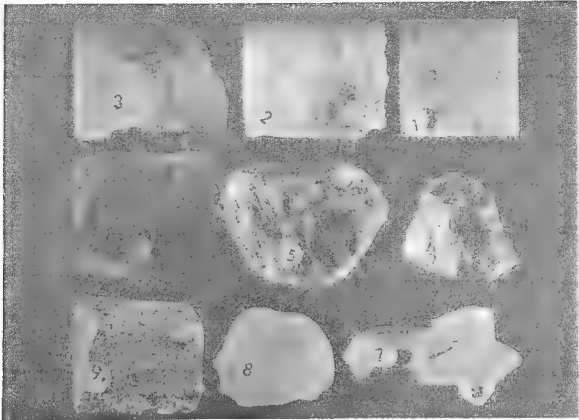
أي معدن من معادن مقياس الصلابة يمكن أن يخدش معدن آخر مساوٍ له في الصلابة أو أقل منه صلابة ولكنه لا يمكن أن يخدش معدن أعلى منه صلابة. كما أن جميع المعادن لها صلابة مساوية بين قيم صلابة المعادن في مقياس موه. يجب ملاحظة أن قيم صلابة المعادن في مقياس موه نسبية وليست مطلقة حيث لا يعني ذلك أن الماس أصلب عشرة مرات من التلك.

وعند تحديد صلابة أي معدن يمكن أن تستخدم ظفرك أو أي معدن آخر للضغط على المعدن بقوة معتدلة وحاول أن تعمل خدش طوله ١ سم على العينة. بعد الخدش امسح منطقة الخدش وتأكد من وجود حز أو خط محفور على المعدن المخدوش بينما نجد مسحوق المعدن الأقل صلابة على سطح المعدن الأقسى. قد تواجهك بعض الصعوبات في تحديد صلابة بعض العينات المعدنية المكونة من تجمعات بلورية دقيقة لأنها قد تتفتت بدون أن تخدش.



شكل (١ - ١) مقياس موه لصلابة المعادن

(عن : Hamblin and Howard, 1979)










شكل (١ - ٢) معادن مقياس موه للصلاية (تصوير عرض)

#### ٥) الانقسام Cleavage

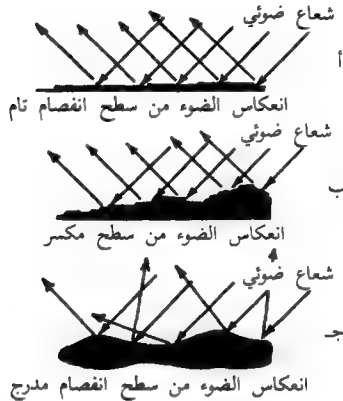
ويمثل ذلك قدرة بعض المعادن على التشقق والإنكسار في أسطح مستوية معينة بناءً على ترتيبها الذري الداخلي وقوى الربط بين ذراتها. وقد يكون لبعض المعادن انقسام في اتجاه واحد أو اتجاهين أو ثلاثة اتجاهات أو أربع اتجاهات أو ستة اتجاهات (شكل ١ - ٣).

يمتاز الانقسام التام بأنه يصنع أسطح مستوية ملساء تعكس الضوء مثل المرآة (شكل ١ - ٤ أ) وقد تظهر مستويات الانقسام على شكل يشبه التدرج السلمى Step like manner وتبدو للوهلة الأولى كأنها كسر غير منتظم. كما أنه إذا اديررت العينة امام الضوء فإن أسطح الانقسام الصغيرة والمستوية سوف تعكس الضوء بنفس الطريقة التي تعكس بها الأسطح الكبيرة والملساء الضوء (شكل ١ - ٤ ب).

اما الكسر الغير مستو فإنه لا يعكس الضوء في اتجاه واحد بل يؤدي الى تشتيت

عدد مستويات الانقسام	الشكل	الاسم الشائع	أمثلة
١		فاعدى	Biotite بيوتايت Muscovite مسكوفائيت Chlorite كلورايت Graphite جرافايت
٢		موشورى	Pyroxene بيروكسين
٢		موشورى	Amphibole أمفيبول
٣		مكعبى	Halite هالايت Galena جالينا
٣		معيبي	Calcite كالكسايت Dolomite دولومايت
٤		ثلاثى الاجه	Fluorite فلورايت
٦		ثو الإثني عشر وجها	Sphalerite سفاليرايت

شكل (١ - ٣) إتقسام المعادن (عن : Hamblin and Howard, 1979)



شكل (١-٤) انعكاس الضوء من أسطح الانقسام ومن سطح مكسر  
(عن : Hamblin and Howard, 1979)

وبعثة الضوء الساقط عليه (شكل ١ - ٤ ج). عند وصف الانقسام في معدن يجب ان يشتمل الوصف على الآتي وذلك بالاستعانة بالعدسة كلما دعت الحاجة اليه.

- (١) عدد اتجاهات الانقسام.
- (٢) الزوايا بين اتجاهات الانقسام.
- (٣) درجة وضوح مستويات الانقسام.

تنبيه: يجب على الشخص أن يفرق بين مستويات الانقسام والأوجه البلورية لأن الانقسام يحدث نتيجة لضعف في البناء الذري للبلورة بينما تعكس الأوجه البلورية الترتيب الذري للبلورة. يصعب تحديد عدد مستويات الانقسام في التجمعات البلورية الدقيقة.

## ٦) المكسر Fracture

هو أي كسر خلاف الانفصام. بعض المعادن لها بناء ذري محكم في جميع الاتجاهات لذا لا تنكسر بسهولة في اتجاه ما بصورة افضل من الاتجاهات الأخرى (أي لا يوجد بها انفصام). هذه المعادن تنكسر في شقوق غير منتظمة في الشكل والاتجاه وهناك صفات تطلق على المكسر منها:

## أ) غير مستوي Uneven

حيث يكون السطح المكسور غير مستوي ويوجد هذا المكسر في كثير من المعادن.

مثال: مكسر معدن كل من الهيماتايت والكالكوپايرايت والبوكسايت والبايرايت.

## ب) محاري Conchoidal

حيث يظهر سطح المعدن المكسور على شكل شبه دوائر متركزة تشبه خطوط النمو في المحار.

مثال: مكسر معدن كل من الكوارتز والكالكوسايت والكاسترايت والاوليفين.

## ج) شظوي Splintery

حيث يكون السطح المكسور من المعدن على هيئة خطوط متوازية أو حزم ابرية.

مثال: مكسر معدن كل من الجبس والاسبستس.

## د) مسنن Hackly

حيث يكون السطح المكسور على هيئة اسنان أو حواف حادة. مثال: مكسر النحاس.

## هـ) ترابي Earthy

حيث يكون السطح المكسور غير مستوي ويوجد هذا المكسر في المعادن ذات الهيئة الترابية. مثال: مكسر معدن كل من الكاولين والطباشير.



## (٧) الوزن النوعي Specific Gravity

يعرف الوزن النوعي بأنه النسبة بين كتلة المعدن وكتلة حجم مساوٍ له من الماء. بعض المعادن لها وزن نوعي عالٍ مثل الجالينا والبارايت والبعض الآخر لها وزن نوعي منخفض مثل معادن الميكا والجرافايت. وهناك معادن متوسطة في أوزانها النوعية مثل معدن المرو أو الكوارتز.

## خواص أخرى MISCELLANEOUS PROPERTIES

وهي خواص تظهر في بعض المعادن وتكون صفات مميزة لتلك المعادن. وهذه الخواص على النحو التالي:

## (١) المغناطيسية Magnetism

وهي تميز معدن الماجنيتايت (أكسيد حديد) الذي له القدرة على الالتصاق بالمغناطيس وكذلك معدن البيروتايت (كبريتيد حديد).

## (٢) اللمس Feel

وهو الذي نحس به عند لمس المعدن باليد. مثال ذلك معدن التلك له ملمس صابوني والهالايت له ملمس شحمتي أو دهني والأوبال له ملمس ناعم.

## (٣) الرائحة Odour

مثال الكاولين المبلل له رائحة الطين. وحجر الجير القطراني عندما يسخن له رائحة زنخة أو رائحة الثوم والتي نشمها عند حك أو تسخين بعض المعادن مثل تلك التي تصدر من معدن أرزينوبرايت. أو رائحة كبريتية أو رائحة غاز كبريتيد الهيدروجين المنبعثة عند تسخين معدن البيرايت.

## (٤) التفاعل مع الحمض Reaction to acid

بعض المعادن تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك مثل الكالساييت الذي يتفاعل بشدة مع الحمض المخفف البارد.

## (٥) الطعم أو المذاق Taste

وهذه ميزة تنفرد بها بعض المعادن عندما تذوقها مثال ذلك معادن المتبخرات فمعدن الابسومايت Epsomite له طعم مر ومعدن الهالايت Halite له طعم مالح. وبعض المعادن الأخرى لها طعم قلوي . . . . . الخ.

**تنبيه:** يراعى عدم تذوق العينات الأفي الحالات الخاصة مثل الهالايت.

## تمرين EXERCISE

### التعرف على المعادن

سوف تعطى لك مجموعة من المعادن للتعرف عليها في المعمل ولتحقيق ذلك يجب أن تفحص كل عينة وتسجل خواصها الطبيعية بكل دقة ممكنة. ومن المهم جداً في التعرف على المعادن أن يكون وصف المعدن دقيقاً وبطريقة منظمة. اتبع الخطوات التالية:

(١) اختر معدن من المجموعة المعطاه في المعمل. ثم حدد أولاً هل العينة عبارة عن بلورة أو قطعة من بلورة أم هي تجمع من بلورات صغيرة. للتأكد من ذلك حرك العينة ببطء امام الضوء ولاحظ طريقة عكسها للضوء. فاذا كان هنالك اسطح صغيرة وكثيرة تعكس الضوء فالعينة غالباً ماتكون عبارة عن تجمع بلورى حيث تعكس كل بلورة صغيرة الضوء من اسطحها. اما إذا رأيت سطح واحد أو اسطح قليلة تعكس الضوء من العينة فالعينة غالباً ماتكون بلورة أو قطعة من بلورة كبيرة.

(٢) حدد الخواص الطبيعية للمعدن ثم اكتبها في اللوحة المرفقة لوصف المعادن والخواص هي:

(أ) اللون (لون المعدن)

(ب) البريق ، فلزي أو لافلزي، اذا كان للمعدن بريق لافلزي حدد نوعه.

(ج) المخدش (لون مسحوق المعدن)

(د) الصلابة ، حاول أن تخدش قطعة زجاج بواسطة المعدن. هل المعدن اصلب من الزجاج؟ (صلابة الزجاج ٥.٥) أم اقل صلابة ؟ إذا كان المعدن اقل صلابة من الزجاج حاول أن تخدش بظفرك (صلابة

الظفر (٢٥). حدد قيمة صلابة المعدن بدقة أكثر باستخدام مقياس موه للصلابة.

هـ) الانقسام والمكسر، انظر جيدا لأي من الأسطح المستوية، هل انكسر المعدن على طولها؟ ماهو عددها، لاحظ أنه من السهل الخلط بين اسطح الانقسام والوجة البلورية. اسأل المعلم لكي يساعدك اذا كنت غير متأكد من أن هذه الاسطح مستويات انقسام أم لا.

و) الخواص الأخرى، الطعم، المذاق، الرائحة والمغناطيسية.

الخواص المميزة: لاحظ أن الأهمية العملية لأي من هذه الخواص تفاوتت من معدن لآخر فمثلا الانقسام خاصية مميزة لمعادن الميكا (بيوتيت - مسكوفيت . .) لكن ليست بنفس الأهمية لمعادن أخرى وهكذا. حاول تحديد أهم خاصيتين أو ثلاثة بالنسبة لكل من المعادن التي تفحصها ودون ذلك بالجدول.

٣) استخدم الجداول المعطاه للتعرف على المعادن في الصفحات (٤٧ - ٥٠) وذلك بمقارنة الخواص التي حددتها مع خواص المعادن المدونة في الجدول. مع الملاحظة أن الجداول (١ - ١) التالية توضح كيفية قيام الطالب بالتدريب على تمييز المعادن بناءً على خاصية كل من:

- \* اذا كان المعدن ذو بريق فلزي انظر جدول (١ - ١ أ).
- \* اذا كان المعدن ذو بريق لافلزي وذو لون قاتم انظر جدول (١ - ١ ب).
- \* اذا كان المعدن ذو بريق لافلزي وذو لون فاتح واصلب من الزجاج انظر جدول (١ - ١ ج).
- \* اذا كان المعدن ذو بريق لافلزي وفاتح اللون وأقل صلابة من الزجاج انظر جدول (١ - ١ د).

بعد تعرفك على المعدن حدد اسم الصنف أو المجموعة التي يتبع لها المعدن وذلك برجعك الى المعلومات السابقة.

٤) بعد تعرفك على معدنين أو ثلاثة إسأل المعلم لكي تتحقق من أن عملك ايجابي ثم واصل بعد ذلك.

٥) بعد انتهائك من التعرف على المعادن المعطاه لك حاول أن تجيب على الاسئلة

التالية لأنها سوف تُرَسَّخُ في ذهنك ماسبق شرحة وتساعدك على تذكر الخواص المميزة لبعض المعادن.

- أ - ماهي الشروط الواجب توفرها في المادة لكي تسمى معدن.
- ب - هل من الممكن أن يكون لمعدن واحد أكثر من نوع من البريق.
- إذا كانت اجابتك بنعم فاعط مثالا.
- ج - كيف تفرق بين المعادن التالية باستخدام خواصها الطبيعية:
  - ١ - الكالسايت والهاالايت.
  - ٢ - البيروكسين والامفيبول.
  - ٣ - الجيس والفلورايت.
  - ٤ - الماجنيتايت والهيماتايت.
  - ٥ - البيرايت والكالكوبرايت.

#### المعادن المكونة للصخور النارية IGENOUS ROCKS FORMING MINERALS

تشكل الصخور النارية جزءاً كبيراً من القشرة الارضية، ولأهميتها يجب التعرف على المعادن المكونة لها. وتتكون الصخور النارية من ثمانية معادن اساسية. لذلك حاول أن تتأكد أن لديك القدرة على التعرف على هذه المعادن ثم حاول اختبار نفسك أو زميلك في معرفتها. وهذه المعادن هي كالتالي:

- (١) الاوليفين Olivine
- (٢) البيروكسين Pyroxene ويمثلة معدن الأوجايت Augite
- (٣) الامفيبول Amphibole ويمثلة معدن الهورنبلند Hornblende
- (٤) البيوتايت Biotite وهي الميكا السوداء
- (٥) البلاجيوكليس Plagioclase ويمثلة كل من معدني الالبات Albite ، فليسبار الصوديوم والانورثايت Anorthite فليسبار الكالسيوم.
- (٦) الاورثوكليس Orthoclase فليسبار البوتاسيوم.
- (٧) المسكوفات Muscovite وهي الميكا البيضاء.
- (٨) الكوارتز Quartz وهو المرو.

الصفات المميزة اسم المعدن

مغنيتيت MAGNETITE	أسود، قوي المغناطيسية، صلابة ٦
جراليت GRAPHITE	أسود، يربخ الاصابع، ليخ، رقيق، اللبس، صلابة ١
جالينا GALENA	رصاصي فضي ليخ، ثقيل جداً، غالباً ما يكون على شكل مكعبات، صلابة ٢.٥
بيريت PYRITE	أصفر فاتح ذهبي، غالباً ما يكون على شكل مكعبات، صلابة ٦.٥
كالكوپريت CHALCOPYRITE	أصفر نحاسي، مغطى بالبنفسجي، صلابة ٣.٥

أسود، رصاصي  
إلى أصفر قاتم

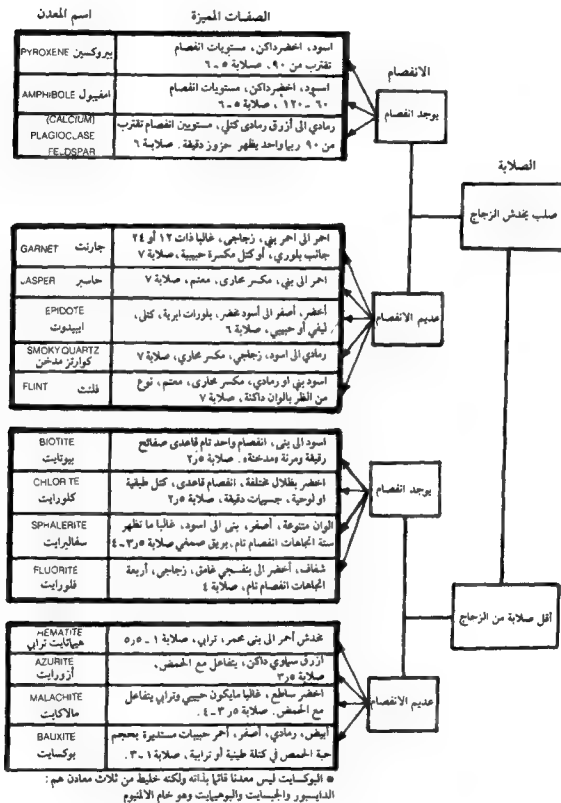
جونايت ليمونيت GEOPHILITE LIMONITE	أصفر بني إلى بني قاتم، متمم، صلابة ٣.٥ - ٥
---------------------------------------	--

أصفر أو بني

هيماتيت HEMATITE	أحمر بني إلى أسود، زركلي أو مسحوقي، صلابة ٦ - ٥
هيماتيت بيكالي SPECULAR HEMATITE	رصاصي معدني، ليخ، صلابة ٦ - ٥
نحاس خام NATIVE COPPER	لون أحمر نحاسي على السطح الجديد، قاتم متمم وعطفي، صلابة ٣.٥

أحمر إلى بني غمر

جدول (١ - ١) مصادرات ذات بريق فلزي (Fitcher and Farmer, 1977: ١١)  
 \* ليمونيت تسمية لأكسيد الحديد المائية الزرادية وليس كيميائياً قاتماً بلذاته وأحد مكونات معدن الجونايت



(جدول ١ - ١ ب) معادن ذات بريق لافلزي قائمة اللون

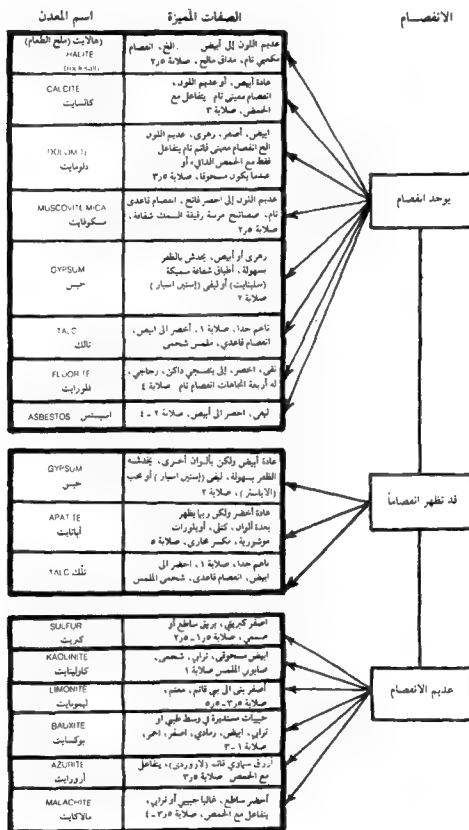
(عن : Fitcher and Farmer, 1977)

الانقسام	الصفات المميزة	اسم المعدن
يوجد انقسام	زهري، لمي، أبيض، رمادي، كتلي له مستويين انقساميين بزاوية ٩٠° صلابة ٦	ORTHOCASE FELDSPAR فيلسبار الأرتوكليس
	رمادي إلى أبيض، كتلي، له مستويين انقساميين بزاوية ٩٠°، وبمسا حانب واحد يظهر حيزوز خفيفة، صلابة ٦	(SODIUM) PLAGIOCLASE FELDSPAR بلاجيوكلاز صودي
	عديم اللون، أبيض، شبه شفاف، أزرق فاتح، أصفر، انقسام واحد تام، صلابة ٨	TOPAZ توباز
عديم الانقسام	عديم اللون، شفاف إلى شبه شفاف، زجاجي، غالبا له مكسر عكاري، تشعب فيه بسلوات ذات ٦ جوانب، صلابة ٧	QUARTZ (Rock crystal) كوارتز
	أبيض لينس، زجاجي، مكسر عكاري، صلابة ٧	MILKY QUARTZ كوارتز أبيض
	زهري، زجاجي، مكسر عكاري، صلابة ٧	ROSE QUARTZ كوارتز زهري
	أبيض، أصفر، رمادي، اسود أوبي، معتم مظني وأحيانا محزم، صلابة ٧	CHERT * (var of quartz) ظفر
	أخضر، زجاجي، صادة ما يكون في كتل عبية، صلابة ٦	OLIVINE أوليفين
	صلب جدا، صلابة ٩، أبيض، بني، أزرق، أحمر، ... الخ، ٦ جوانب بلورية موشورية، انفصال فاصدي (يشبه الانقسام)	CORUNDUM كوراندوم
	أحمر مصفر، بني، زجاجي، غالبا ١٢ أو ٢٤ جانب بلوري، أو كتل مكسرة (عجب)، صلابة ٧-٧.٥	GARNET جارت

\* نوعية دقيقة البلور من الكوارتز

تابع جدول (١ - ١ ج) معادن ذات بريق لافلزي فاتحة اللون وأصلب من الزجاج

(عن: Fitcher and Farmer, 1977)



تابع جدول (١-١٠) معادن ذات بريق لافلزي فاتحة اللون وأقل صلابة من الزجاج

(عن: Fitcher and Farmer, 1977)



## الباب الثاني

IGNEOUS ROCKS

الصخور النارية





# الباب الثاني

## الصخور النارية

### Igneous Rocks

#### مقدمة INTRODUCTION

تكون الصخور النارية حوالي ٨٠٪ من حجم صخور اليابسة و ٩٠٪ من القشرة الصخرية المحيطية. تتكون الصخور النارية نتيجة لتصلد الصهير Magma الموجود في باطن الأرض ويتشكل الصهير من معادن سليكاتية مصهورة وسوائل وغازات.

وتعتبر عملية نشأة الصخور النارية من أعقد العمليات الجيولوجية حيث تحدث في أعماق سحيقة وتستغرق فترات زمنية تقدر بملايين السنين. وينجم عنها تشكيل الصخور النارية بنوعها الباطنية والسطحية ونتيجة لعمليات التعرية أو العمليات التكتونية فإن الصخور النارية الباطنية تظهر على سطح الأرض.

#### تصنيف الصخور النارية : Classification of Igneous Rocks

تصنف الصخور النارية على عدة أسس منها تركيبها المعدني وأنسجتها وألوانها. يمكن دراستها دراسة أولية بالعين والعدسة في الحقل، ويساعد الفحص المجهرى في المعمل على استكمال الدراسة الميدانية. وفيما يلي شرح للأسس التي يعتمد عليها في تعريف وتصنيف الصخور النارية مثل التركيب المعدني واللون والنسيج.

#### التركيب المعدني للصخور النارية

##### Mineral Composition of Igneous Rocks

لقد ذكرنا سابقاً أن الصخور النارية تتكون من معادن أساسية هي الأوليفين، البيروكسين، الالمفيول، البيوتات، المسكوفات، الأورثوكليز، البلاجيوكليز، الكوارتز حيث تسود هذه المعادن في الصخور النارية لأنها مركبة من العناصر

الأكثر انتشاراً في القشرة الأرضية. من ناحية عملية يعتمد تصنيف الصخر الناري على وجود أو عدم وجود معادن الفلسبار، البيروكسين، والامفيبول والكوارتز.

يعتمد نوع الصخر الناري المتكون من نوع معين من الصهير على العوامل التالية:

- (١) تركيب الصهير الأصلي.
- (٢) تبلور الصهير (قاعدة تفاعل بوين)
- (٣) التمايز الصهيري.
- (٤) درجة تلوث الصهير.

سوف نشرح بشيء من التفصيل العاملين الأول والثاني:

#### (١) تركيب الصهير الأصلي Composition of Original Magma

هنالك عدة أنواع من الصهارات السليكاتية كلها تقع بين نوعين من الصهارات، النوع الأول غني في تركيبة بعناصر الألومنيوم والبوتاسيوم والصوديوم ويسمى بالصهير الحمضي Acidic. يتبلور هذا الصهير ويكون صخور نارية مركبة أساساً من معادن فاتحة اللون مثل الأورثوكليز والبلاجيوكليز الصودي والكوارتز مع معادن إضافية مثل المسكوفيت والبيوتيت. إذا برد الصهير الحمضي ببطء يكون صخر الجرانيت Granite أما إذا برد بسرعة فيكون صخر الرايولايت Rhyolite.

أما النوع الثاني من الصهارات فيكون غني بعناصر الحديد والماغنسيوم والكالسيوم ويسمى بالصهير القاعدي Basic. يتبلور الصهير القاعدي ويكون صخور مركبة من معادن غنية بالحديد والماغنسيوم وهي داكنة اللون مثل البلاجيوكليز الكلسي والأوليفين والبيروكسين وقد يوجد معها الامفيبول كمعدن إضافي. يبرد الصهير القاعدي ببطء ليكون صخر الجابرو Gabbro وإذا برد بسرعة يكون صخر البازلت Basalt.

تسمى الصهارات التي لها تركيب بين الصهير الحمضي والقاعدي بالصهارات المتوسطة Intermediate. يتبلور الصهير المتوسط ويكون صخور تتركب أساساً من البلاجيوكليز والامفيبول (الهورنبلند)، وقد توجد معادن الكوارتز والأورثوكليز

والبيروكسين كمعادن اضافية. يؤدي التبريد البطيء للصهير المتوسط إلى تكوين صخر الدايوريت Diorite واما إذا كان التبريد سريعاً فيتكون صخر الأنديزيت Andesite.

هنالك نوع من الصهير قليل الشيوخ ويحتوي على نسبة عالية جداً من المعادن الغنية بالحديد والمغنسيوم ويتبلور هذا الصهير ليكون صخور نارية تسمى بالصخور فوق القاعدية Ultrabasic وهي صخور غالباً ماتكون مكونة من أحد المعادن التالية:

- أوليفين (صخر الدونيت Dunite)
- بيروكسين (صخر البروكسينايت Pyroxenite)
- أوليفين وبيروكسين (صخر الپريدوتيت Peridotite).

## ٢) تبلور الصهير (قاعدة تفاعل بوين): Crystalization of Magma

لقد وضع العالم بوين (Bowen) نموذج مثالي لتبلور الصهير القاعدي. بني العالم بوين هذا النموذج على اساس أن أصل كل الصخور في القشرة الارضية هو الصهير القاعدي ويمكن من هذا الصهير تكون الأنواع الأخرى من الصخور النارية مثل الجرانيت وغيرها (شكل ٢ - ١).

تبعاً لقاعدة تفاعل بوين، إذا كان معدل تبرد الصهير بطيئاً فالمعادن التي تبلورت أولاً لاتظل معزولة عن الصهير بل تتفاعل معه جزئياً أو كلياً وتكون معادن جديدة لها تركيب كيميائي أكثر ثباتاً (المعادن التي توجد اسفل السلسلة) شكل (٢ - ١). ولزيد من التفاصيل في هذا الموضوع اقرأ الكتاب النظري.

## علاقة اللون بالتركيب المعدني: Relation of Color to Mineral Composition

ليس من السهل دائماً تحديد التركيب المعدني للصخر الناري في العينة اليدوية ومن حسن الحظ أنه هناك علاقة مباشرة بين التركيب المعدني ولون الصخر الناري.

تتكون الصخور القاعدية Basic من المعادن الداكنة اللون كالبيروكسين، والامفيبول، بالإضافة الى البلاجيوكليز الكلسي وبالتالي تبدو هذه الصخور ذات لون قاتم. اما من الناحية الأخرى فالصخور الحمضية Acidic تتكون من معادن فاتحة



اللون الكوارتز والاورثوكليز والبلاجيوكليز والصودي، لذلك تكون فاتحة اللون. الصخور المتوسطة intermediate اللون تتكون من معادن فاتحة اللون واخرى داكنة اللون وبالتالي يكون لها لون وسط بين الداكن والفاتح.

يتضح مما سبق شرحاً أن الصخور النارية المختلفة تتركب بالتأكد من معادن مختلفة. فالمعادن التي توجد في الجرانيت نادراً ما توجد في البازلت والعكس صحيح. لذلك فإن لون الصخر الناري يعطى فكرة سريعة وبسيطة عن التركيب المعدني للصخر وبالتالي تسهل عملية التعرف على الصخر الناري ومكوناته.

### علاقة اللون بالوزن النوعي : Relation of Color to Specific Gravity

ترتبط ألوان الصخور النارية ارتباطاً قوياً بأوزانها النوعية. فالصخور الداكنة اللون تحتوي على معادن غنية بالحديد والماغنسيوم بنسبة عالية ومن ثم تكون أوزانها النوعية عالية بينما الصخور الفاتحة تكون أوزانها النوعية منخفضة بسبب عدم احتوائها على معادن غنية بالحديد والماغنسيوم. وهناك الصخور النارية المتوسطة في أوزانها النوعية وذلك لاحتوائها على نسبة متوسطة من معادن الحديد والماغنسيوم. وعليه يجب تذكر القاعدة التي تنص على أن «كلما كان الصخر داكناً كان وزنه النوعي عالياً والعكس صحيح».

### انسجة الصخور النارية : Textures of Igneous Rocks

يستخدم النسيج كأساس لتصنيف الصخور النارية الى جانب التركيب المعدني واللون. ويعرف النسيج بأنه حجم وشكل الحبيبات المكونة للصخر والعلاقة بينها. وهناك عدة انسجة يمكن تمييزها في العينة اليدوية. وهذه الانسجة على النحو التالي :

#### ١) خشن (فانيري) Phaneritic

خشن الحبيبات حيث يمكن رؤية بلورات معادن الصخر بالعين المجردة (شكل ٢ - ٢).

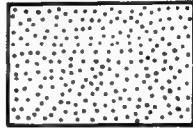
#### ٢) دقيق (أفاني) Aphanitic

دقيق الحبيبات ولا يمكن رؤية بلورات معادن الصخر بالعين المجردة ولكن من الممكن رؤيتها باستخدام عدسة مكبرة أو مجهر. (شكل ٢ - ٢ ب)

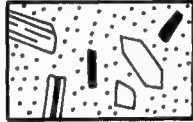
أ خشن الحبيبات (فانيريكي Phaneritic): يمكن رؤية البلورات المعدنية بالعين المجردة.



ب دقيق الحبيبات (أفانيريكي Aphanitic): لا يمكن رؤية البلورات المعدنية بالعين المجردة.



ج خشن ودقيق الحبيبات (يوريفيري Porphyrictic): بلورات كبيرة في وسط بلورات دقيقة جداً. تسمى البلورة الكبيرة فينوكريست.



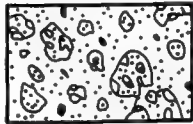
د زجاجي Glassy ذرات معدنية عديمة التبلور



ه فقاعي أو اسفنجي Celular ربما يكون الصخر أفانيري أو يوريفيري أو زجاجي ولكن في أي حال الصخر مليء بفقااعات غازية تعطيه مظهر الأسفنج.



و فتاتي أو كسري Fragmental or Clastic الصخر بأي لون ومكون من كسّر متبعثة من البراكين وملتحمة معاً ويصعب تمييزها إذا كانت الكسّر صغيرة.



شكل (٢ - ٢) أنسجة الصخور النارية

(عن: Fitcher and Farmer, 1977)



## (٣) مرقط (بورفيرى) Porphyritic

حبيبات دقيقة واخرى خشنة . وهو عبارة عن حبيبات معادن كبيرة محاطة بحبيبات دقيقة . وتسمى الحبيبات الكبيرة بالفينوكريست Phenocryst والحبيبات الأصغر بالارضية Groundmass ( شكل ٢ - ٢ جـ )

## (٤) زجاجى Glassy

لا تظهر أي بلورات لأنه لم يكن هناك وقت كافٍ لنمو المعادن . ويظهر الصخر في شكل كتلة لامعة من الزجاج (شكل ٢ - ٢د) .

## (٥) اسفنجى أو فقاعى Cellular or spongy or vesicular

يظهر الصخر بمظهر الاسفنج حيث يكون مملؤ بالفراغات الناتجة عن هروب الغازات المساعدة مع الصهير . (شكل ٢ - ٢هـ) .

## (٦) كسرى أو فتاتى Fragmental or Clastic

يتكون من فتات بلورات وقطع صخرية مقذوفة من البراكين وتم لحمها بواسطة الرماد البركاني . وهذا النسيج يصعب التعرف عليه اذا كان حجم الفتات صغيراً جداً . (شكل ٢ - ٢و) .

## (٧) لوزى Amygdaloidal

غالبا ماتظهر صخور اللابا (Lava) مثل البازلت والانديزايت مليئة بفقااعات غازية آتية من الصهارة وهذه الفقاعات قد تتجمد في اللابا الصلبة وتظهر بهيئة ثقوب حريصلية ربما تُمَلَأ في فترة لاحقة بمعادن ثانوية مثل الزيولايت والكالسايت أو السليكا (كالسيدوني أو كوارتز) .

## التاريخ التبريدي Cooling History

وتوجد علاقة وثيقة بين النسيج والتاريخ التبريدي للصهير . وللتاريخ التبريدي اهمية كبيرة في معرفة وتفسير البيئة التي تكونت فيها الصخور النارية ، حيث يأخذ تبلور المعادن من الصهير فترة زمنية معينة لذلك :

( ١ ) الصخور الخشنة الحبيبات تكونت نتيجة للتبريد البطيء خلال مئات الاف أو ملايين السنين في اعماق الارض وتسمى بالصخور الجوفية أو المتداخلة .

## Intrusive or Plutonic rocks

( ٢ ) الصخور الدقيقة الحبيبات تكونت نتيجة التبريد السريع خلال ساعات أو

ايام على سطح الارض وتسمى بالصخور السطحية أو البركانية Extrusive or volcanic rocks

٣) الصخور ذات النسيج البورفيرى تكونت فيها المعادن الكبيرة الحبيبات بالتبريد البطيء في اعماق الارض. ثم تلت ذلك مرحلة ثانية من التبريد السريع الذي تم عند أو قرب سطح الارض مما أدى إلى تكون الارضية ذات الحبيبات الدقيقة جدا.

٤) الصخور ذات النسيج الزجاجي تكونت تحت ظروف تبريد سريع جداً على السطح ومن ثم لم تتكون أى بلورات فيها.

٥) الصخور ذات النسيج الاسفنجي تكونت نتيجة هروب الغازات المحبوسة في الصهير لانخفاض الضغط عليه عند صعوده بالقرب من أو على السطح.

٦) الصخور ذات النسيج الفتاتي تكونت نتيجة لقفذ قطع صلبة من بركان وتجمعها والتحامها مع بعض قبل أن تبرد.

ونلخص مما سبق شرحه أن تقسيم الصخور النارية يعتمد على النسيج الذي يدل على التاريخ التبريدي واللون الذي يدل على التركيب المعدني والكيميائي. لذلك فالاسم الذي يعطى لصخر ناري معين لا بد أن يعتمد هذا الاسم على النسيج واللون.

يمكن للجيولوجي من المعلومات السابقة وبدون أن يرى عينة صخرية أن يعرف أن الجرانيت Granite

١) ذو حبيبات كبيرة.

٢) تكون بواسطة التبريد البطيء في جوف الارض.

٣) فاتح اللون.

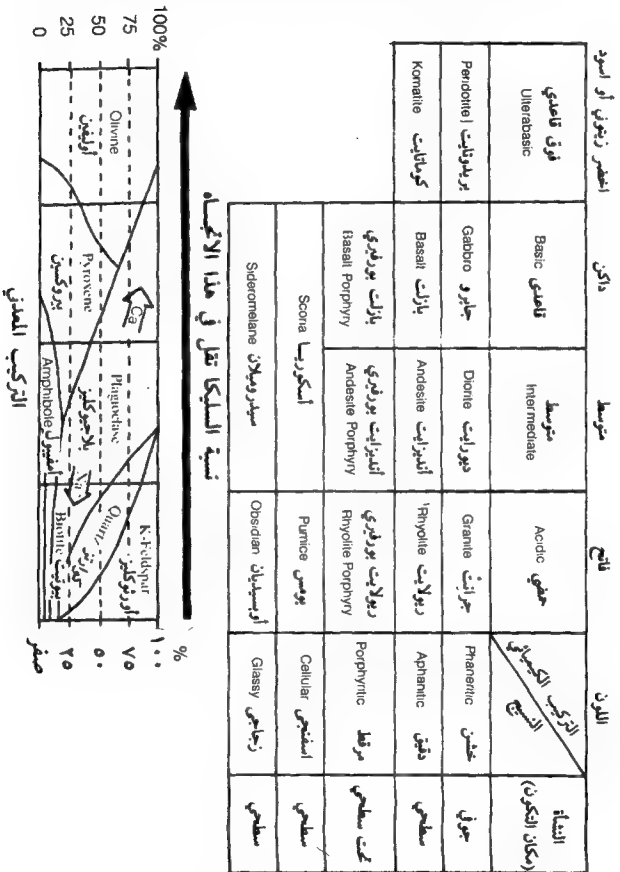
٤) يتركب أساساً من معادن الكوارتز والاورثوكليز والبلاجيوكليز الصودي. وبعض الميكا، مسكوفيت أو بيوتيت أو كليهما.

بينما صخر البازلت Basalt يعرف بأنه:

١) دقيق الحبيبات.

٢) تكون بالتبريد السريع بالقرب من أو على سطح الارض.

٣) داكن اللون.



(٤) يتركب أساساً من معادن البيروكسين والامفيبول والبلاجيوكليز الكلسي مع ان بلورات الصخر صغيرة ولا يمكن رؤيتها بسهولة.

يوضح الجدول (١-٢) تقسيم الصخور النارية على حسب الأسس التي سبق شرحها.

وصف أهم الصخور النارية Description of Common Igneous Rocks

### (١) عائلة الجرانيت والريولايت Granite-Rhyolite Family

تتماز صخور هذه العائلة بالتركيب المعدني ذو النسب الآتية:

كوارتز ١٠ - ٤٠٪

فلسبار بوتاسي ٣٠ - ٦٠٪

بلاجيوكليز صودي ٠ - ٣٣٪

بيوتايت وامفيبول ١٠ - ٣٣٪

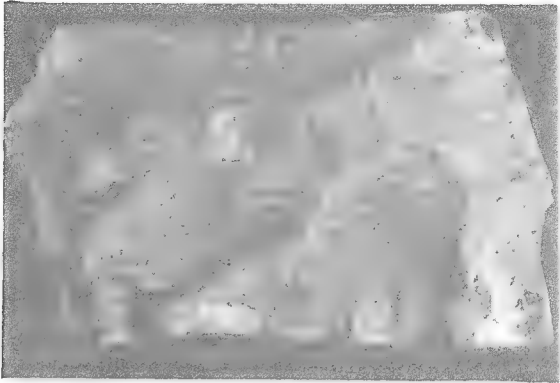
هذا بالإضافة الى معادن اخرى ولكنها بنسب ضئيلة، والصهير الذي تكونت منه مجموعة تلك الصخور كان غني بعناصر كل من البوتاسيوم والسليكون والصوديوم، بينما كان محتوياً على كمية قليلة من عصري الحديد والمغنسيوم لذلك فإن التركيب الكيميائي لهذه الصخور حمضي والوانها فاتحة. ومن أهم صخور هذه المجموعة صخري الرايولايت والجرانيت اللذان نَصِفُهُما على النحو التالي:

#### (أ) الرايولايت Rhyolite

صخر دقيق النسيج Aphanitic ينشأ على سطح الارض أو بالقرب منه وله الوان فاتحة مثل الرمادي والابيض والوردي واذا زادت نسبة البلورات الكبيرة والتي تعرف بالفينوكريست Phenocryst عن ١٠٪ فيسمى الصخر عندئذ بالريولايت البورفيرى Porphyritic rhyolite ولأن نسيج الصخر دقيق فانه يصعب التعرف على معادنه فيما عدا تلك التي تكون على هيئة بلورات كبيرة أو الفينوكريست Phenocryst فانه يسهل تمييزها والتعرف عليها. (شكل ٢ - ٣).

#### (ب) الجرانيت Granite

صخر خشن النسيج Phaneritic ينشأ في جوف الارض وحيث أن معادن هذا الصخر



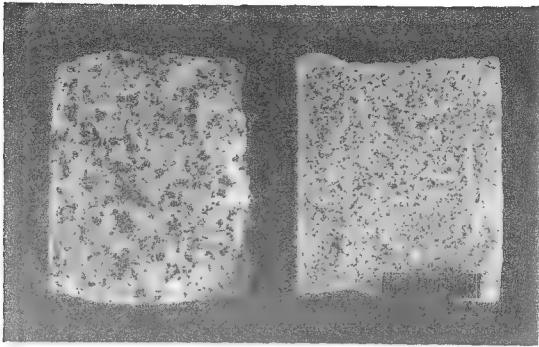
شكل (٢ - ٣) الرايوليت Rhyolite (تصوير: عوض)

كبيرة بشكل عام فإنه يمكن بسهولة معرفة انواع المعادن المكونة له. فمعادن كل من البيوتايت والامفيبول والبلاجيوكليس الصودي التي تبلورات مبكرا تظهر في شكل بلورات كبيرة كاملة الاوجة في حين أن بلورات كل من الكوارتز والفلسبار البوتاسي تظهر عديمة الاوجة، (شكل ٢ - ٤).

وفي بعض انواع الجرانيت توجد بلورات كبيرة مثل بلورات الفلسبار البوتاسي اذا ماقورنت ببلورات المعادن الاخرى. واذا وجدت تلك البلورات بنسبة عالية فعندئذ يسمى الصخر الجرانيت البورفيرى Porphyritic granite. كما يوجد صخر الجرانيت بعدة الوان فاتحة مثل الابيض والرمادي والوردي، (شكل ٢-٤).

## ٢) عائلة الديورايت والانديزايت Diorite-Andesite Family

هذه العائلة لها تركيب كيميائي ومعدني متوسط بين عائلتي الجرانيت والريولايت وعائلة الجابرو والبازلت. وتمتاز عائلة الديورايت بالتركيب المعدني الآتي:



شكل (٢ - ٤) جرانيت Granite (تصوير : مشرف)

بلاجيوكليز صودي ٧٠ - ٥٥٪

امفيبول وبيوتاييت ٤٠ - ٢٥٪

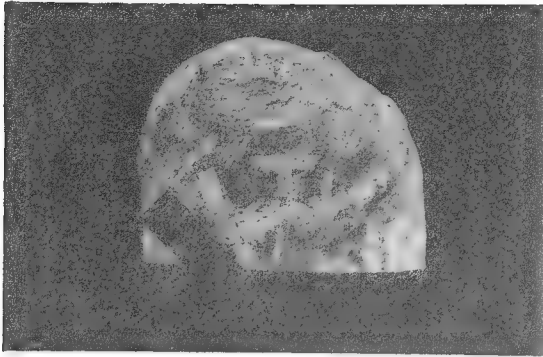
بالإضافة الى معادن اخرى ولكن بنسب ضئيلة. تركيب البلاجيوكليز يكون متوسط (اندزين و أو أوليجوكليز). الفلسبار البوتاسي والكوارتز إن وجدت فتوجد بنسب ضئيلة. تمتاز صخور هذه العائلة بأن الوانها متوسطة (رمادية).

#### أ) الأنديزاييت Andesite

صخور عادة ما تكون ذات لون رمادي داكن أو اخضر وعندها تتجوى هذه الصخور تصبح ذات الوان بني داكن أو بني محمر. من النادر وجود أنديزاييت ذو نسيج دقيق Aphanitic حيث أن معظم صخور الانديزاييت لها نسيج بورفيرى Porphyritic تتكون البلورات الكبيرة من بلاجيوكليز وامفيبول وبيوتاييت محاطة بأرضية دقيقة من بلورات البلاجيوكليز، (شكل ٢ - ٥).

#### ب) الديورايت Diorite

صخور ذات نسيج خشن يشبه نسيج الجرانيت وقد يكون لها نسيج بورفيرى.



شكل (٢ - ٥) انديزايت Andesite (تصوير: مشرف)

تتواجد صخور الديورايت على هيئة متداخلات ضخمة Batholiths أو في الاطراف الخارجية للجسام الجرانيتية الضخمة. كما توجد هذه الصخور على هيئة جدد Dikes ووجد موازية Sills واجسام نارية قبيبة Laccoliths ، (شكل ٢-٦).

### ٣) عائلة الجابرو والبازلت Gabbro - Basalt Family

تتكون هذه العائلة من المعادن التالية:

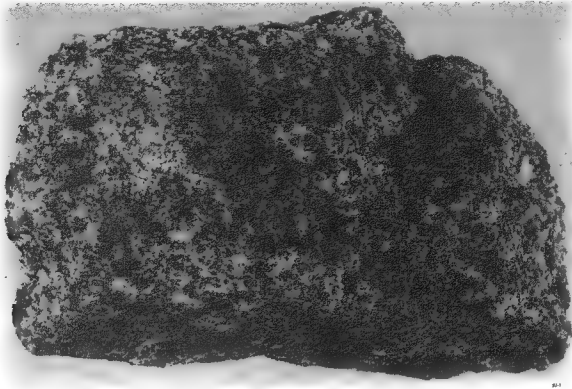
بلاجيوكليس كلسى ٤٥ - ٧٠٪

معادن حديدومغنيسييه (امفيول بيوتايت، بيروكسين، اوليفين) ٢٥ - ٥٠٪

تتبلور هذه الصخور من صهارات غنية بالحديد والماغنسيوم والكالسيوم ولكنها فقيرة في السليكا. تمتاز هذه الصخور بأن الوانها داكنة (اسود أو اخضر غامق).

#### أ) البازلت Basalt

صخر كتلي كثيف اسود اللون ذو نسيج دقيق. بعض انواع البازلت يوجد بها النسيج الاسفنجي أو الفقاعي Vesicular or cellular والذي تكون نتيجة هروب الغازات المتصاعدة مع اللابا Lava ويسمى البازلت الذي يكون مملؤ بالفراغات



شكل (٢ - ٦) دايوريت Diorite (تصوير : عوض)

أسكوريا Scoria. معظم صخور البازلت تحتوي على بلورات كبيرة معظمها من البيروكسين والأوليفين ويكون لهذه الصخور نسيج بورفيرى. صخور البازلت من أكثر الصخور البركانية انتشارا. (شكل ٢ - ٧).

(ب) الجابرو Gabbro

صخر ذو نسيج خشن مكون من بلورات شبة كاملة الأوجه من البلاجيوكليز الكلسي (لابرادوريت) والبيروكسين والأوليفين. يحتوي الجابرو البورفيرى على بلورات كبيرة من اللابرادوريت أو البيروكسين في وسط ارضية دقيقة التبلور ولكن يمكن تمييز معادنها. صخور الجابرو قليلة الانتشار مقارنة بالجرانيت وتوجد على هيئة كتل ضخمة تكونت في جوف الأرض، (شكل ٢ - ٨).

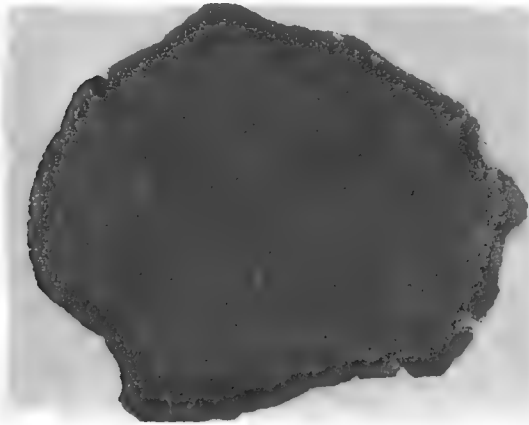
(٤) عائلة البريدوتايت Peridotite Family

تمتاز صخور هذه العائلة بالتركيب المعدني الآتي:

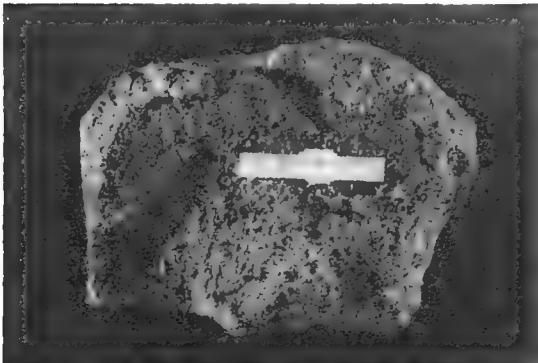
٨٠ - ١٠٠٪

أوليفين





شكل (٢ - ٧) بازالت Basalt (تصوير : عوض)



شكل (٢ - ٨) جابرو Gabbro (تصوير : مشرف)

٠ - ١٠٪	بيروكسين
٠ - ٥٪	بلاجيوكليس كلسي
٠ - ١٠٪	معادن أكاسيد (ماجنيثايت، إلثنايت، كرومايت)

#### البريدوتايت Peridotite

صخر البريدوتايت من الصخور التي يمكن التعرف عليها بسهولة لأنه مكون أساساً من الأوليفين الذي يعطيه اللون الأخضر. هذا الصخر له نسيج خشن ويتكون في جوف الأرض وتوجد صخور سطحية مكافئة للبريدوتايت ضمن مجموعة الصخور الكوماتيتية (صخور فوق قاعدية).

صخر البريدوتايت من الصخور النادرة الوجود في القشرة الأرضية ويعتقد أن هذه الصخور تكون الجزء العلوي من الوشاح Mantle.

#### ٥ الزجاج البركاني Volcanic Glass

##### أ) الأوبسيدان Obsidian

صخر كتلي مكون من زجاج بركاني. ويمتاز بأن له مكسر محاري وبريق زجاجي. ومع أن تركيب هذا الصخر حمضي إلا أنه في معظم الأحيان يكون اسود أو بني اللون وذلك لوجود شوائب دقيقة جداً من الماجنيثايت أو المعادن الحديدومغنيسييه. يتكون هذا الصخر نتيجة للتبريد السريع جداً على سطح الأرض. شكل (٢ - ٩).

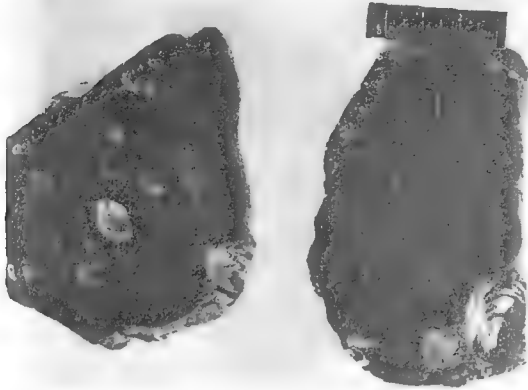
##### ب) البومس Pumice

صخر زجاجي ذو مسامية عالية جداً وله نسيج فقاعي. يتكون هذا الصخر نتيجة لهروب الغازات من الزجاج البركاني وذلك لانخفاض الضغط عليه عند السطح. (شكل ٢ - ١٠)

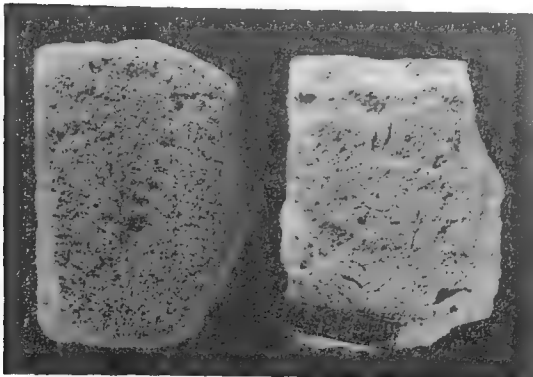
##### ج) الأسكوريا Scoria

صخر بركاني داكن اللون مسامي ذو نسيج فقاعي تشكل نتيجة هروب الغازات من اللابا عند صعودها لسطح الأرض. (شكل ٢ - ١١).

##### د) السيدروميلان Sideromelane زجاج بازلي داكن اللون



شكل (٢ - ٩) أوبسيديان Obsidian (تصوير : مشرف)



شكل (٢ - ١٠) بومس Pumice (تصوير : مشرف)



شكل (٢-١١) أسكوريا Scoria (تصوير : مشرف)

## ٦) الصخور النارية الفتاتية Pyroclastic Rocks

تسمى المواد المتطايرة من فوهة البركان وقطع اللافا المقذوفة بالفتات الناري Pyroclasts. قسمت الصخور الناتجة من تصلد الفتات الناري على حسب احجام حبيباتها الى الآتي:

أ) الطَفَّة Tuff وهو مكون من الرماد الدقيق والغبار البركاني. ويمتاز هذا الصخر بأنه خفيف وقليل التماسك ويتراوح لونه من الرمادي، الوردي، البني الى الاخضر الداكن.

ب) الرامص البركاني Volcanic Breccia ويتكون من رماد كبير الحبيبات مع قطع صخرية بركانية مزواه.

ج) المدملك أو الرصيص البركاني Agglomerate ويتكون من قنابل بركانية Vol- canic bombs وقطع صخرية بركانية كبيرة.

تمتاز صخور الراهص البركاني والمدملك البركاني بأنها كثيفة جداً، صلبة، ذات ألوان داكنة ومكونة من قطع بومس أو أوبسيديان وصخور بركانية بالإضافة إلى قطع من الصخور المجاورة.

## تمرين Exercise

### التعرف على الصخور النارية وأصلها وطريقة تكوينها

إن احسن طريقة للتعرف على الصخور النارية هو الممارسة وكلما زاد عدد العينات المفحوصة كلما اكتسب الطالب خبرة أكثر في التعرف على هذه الصخور.

سوف تعطى لك مجموعة من الصخور النارية في العمل. افترض أنه في أثناء عملك كجيولوجي جُمِعَتْ لك هذه العينات وطلب منك دراستها. فأهم ما يجب عليك أن تقوم به هو تصنيف هذه الصخور باتباع الخطوات التالية:

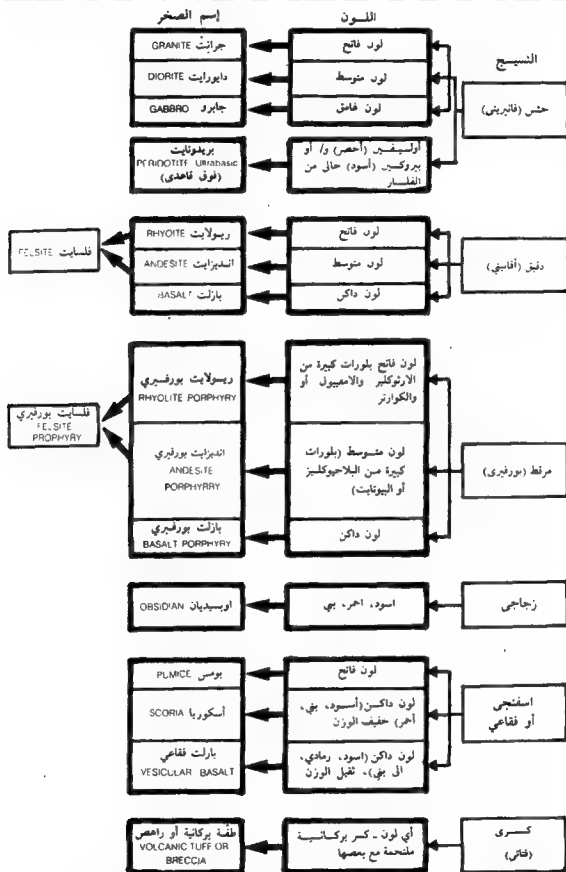
- (١) خذ عينة من المجموعة المعطاة لك وافحصها جيداً.
- (٢) تعرف على النسيج الصخري واللون والتركيب المعدني وحاول ترتيب المعادن الأساسية حسب وُفْرَتِها، وإذا وَجِدَتْ أي صعوبة في التعرف على المعادن راجع سجل المعلومات في الشكل (٢ - ١) الذي سوف يعطيك فكرة عن المعادن المكونة للصخر. سجل المعلومات التي تستخلصها في جدول المعلومات الخاص بوصف الصخور النارية.

(٣) قم بتصنيف الصخر وتسميته باستخدام الجدولين (١-٢) و (٢-٢).

(٤) اكتب عن تفسير تاريخ الصخر وذلك بالاجابة على الاسئلة التالية:

- (أ) ماهو نوع الصهير الذي تكون منه الصخر؟
- (ب) اين تكون ذلك الصخر (تحت أو على سطح الارض)؟
- (ج) ماهو معدل تبريد الصهير الذي تبلور منه الصخر؟

إذا لم تعرف ماهو المطلوب بالتحديد أو وَجِدَتْ أي صعوبة اسأل المعلم فوراً وتأكد قبل خروجك من العمل من أنك أصبحت قادراً على تمييز وتعريف الصخور النارية.



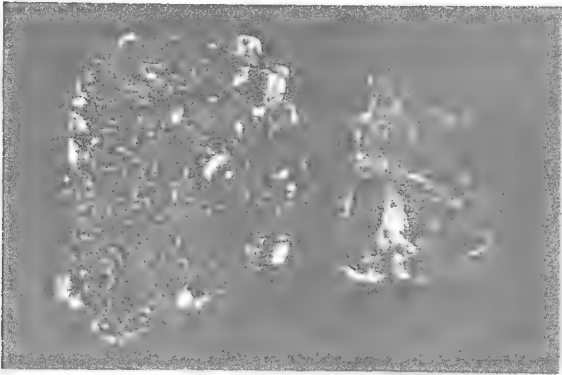
جدول (٢-٢) التعرف على الصخور النارية بواسطة النسيج واللون.

(عن : Fitcher and Farmer, 1977)

## الباب الثالث

---

### الصخور الرسوبية SEDIMENTARY ROCKS







# **الباب الثالث**

## **الصخور الرسوبية**

### **Sedimentary Rocks**

---

#### **مقدمة INTRODUCTION**

معظم المعادن تكون اكثر ثباتا عند وجودها تحت الظروف التي تكونت فيها ويبدو هذا واضحا عندما نرفع درجة حرارة أي معدن فوق درجة انصهاره Melt-ing point فإن هذا المعدن سوف ينصهر. كما أن معظم الصخور والمعادن المكونة لها تنكشف عند سطح الارض حيث تتعرض لعدة عمليات تؤدي في النهاية الى تفتتها وتحللها وتكوين معادن جديدة اكثر ثباتا على سطح الارض. وللمجموعة تلك العمليات بالإضافة الى عمليات النقل والترسيب علاقة وثيقة بتكوين الرواسب والصخور الرسوبية، لذلك سوف نشرح تلك العمليات بالتفصيل.

#### **تكوين الرواسب والصخور الرسوبية**

##### **Formation of Sediments and Sedimentary rocks**

يمكن تقسيم العمليات المستولة عن تكوين الرواسب والصخور الرسوبية الى مجموعتين:

(١) عمليات التجوية Weathering processes

(٢) عمليات النقل والترسيب Transportation and deposition processes

اذا سمح لعمليات كل من التجوية والنقل والترسيب بالعمل الى النهاية فإنه سوف يبقى عدد قليل من النواتج النهائية. وهذه النواتج تتشابه مهما اختلف نوع الصخر الاصلي (ناري أو رسوبي أو متحول) ويغض النظر عن مدى تعقيد تركيبه المعدني. بما أن معظم الرواسب الموجودة على سطح الارض تقريبا هي في مرحلة التغير الى النواتج النهائية فإن معرفة النواتج النهائية ولماذا تكونت هي بالذات

تعتبر أساساً في فهم وتفسير الأنواع المختلفة من الصخور الرسوبية. ولتوضيح النواتج النهائية لعمليات التجوية والنقل والترسب سوف نستخدم لذلك النموذج المبسط التالي:

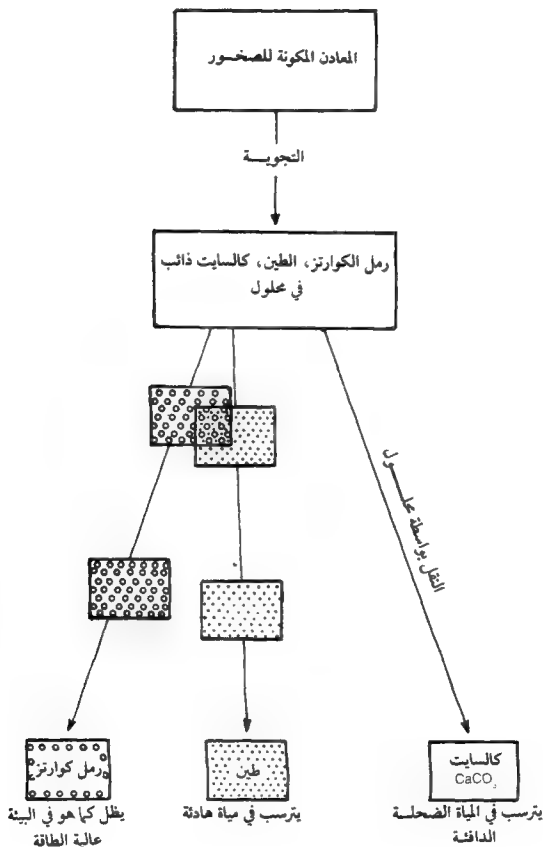
### نموذج مثالي ومبسط لتوضيح أصل الثلاثة أنواع الرئيسة من الرواسب :

Ideal and Simple Model for Origin of the Three Main Types of Sediments

تتجوى المعادن المكونة للصخور النارية فوق سطح الأرض الى نواتج مختلفة. فمعادن الأوليفين والبيروكسين والامفيبول والفلسبارات (البلاجيوكليز والاورثوكليز وغيرها) والميكا بنوعيهما (البوتاتيت والمسكوفاتيت) جميعها تتحلل لتكون في النهاية معادن الطين Clay Minerals المتنوعة. ومعادن الطين مكون من أجزاء دقيقة جداً ويظل ثابتاً فوق سطح الأرض. كما يتكون معدن الكالساييت  $\text{CaCO}_3$  (Calcite) ومعادن أخرى قابلة للذوبان. اما معدن الكوارتز فهو شديد الثبات حيث يبقى إما على هيئة حبيبات في حجم الرمل (٢-١٦ / ١ ملم) وفي بعض الاحيان يتكون محلول سليكا. واذا استمرت عمليات التجوية الى النهاية فإنه لايتبقى سوى ثلاثة معادن رئيسة شكل (٣ - ١) وهي كالتالي:

- (١) الكوارتز
- (٢) الطين
- (٣) الكالساييت الذائب في محاليل.

هذه النواتج الثلاثة لعمليات التعرية لا تظل مختلطة وباقية في اماكنها بل يتم نقلها بواسطة الانهار الى المحيطات أو البحار حيث تستقر في مفرها الجديد للترسيب. وخلال عمليات النقل يتم فصل حبيبات الكوارتز والطين والكالساييت عن بعضها البعض. اما الكالساييت المذاب فلا يمكن رؤيته لكن يتم نقله مع الماء كمحلول الى آخر مقر له في البحار. كما يتحرك الطين وحبيبات الكوارتز ببطء. فالرمل يتحرك بالدرجة وبالقفز قليلا فوق قاع النهر ولذلك تكون حركته أقل بكثير من حركة الطين والذي بسبب دقة حجم جسيماته يظل عالقا في الماء ويتحرك بنفس سرعة جريان الماء. اما خليط الرمل والطين الرديء التصنيف فيبدأ



شكل (٣ - ١) نواتج التجوية (عن : Fitcher and Farmer, 1977)

في الانفصال تدريجياً مع عملية النقل من المصدر إلى مكان الترسيب في اتجاه أسفل النهر Down stream ويحدث الفصل التام بين حبيبات الكوارتز والطين فقط في المحيط حيث ينقل الطين المعلق في الماء بعيداً عن الشاطئ ويتم ترسيبه في مياه عميقة هادئة أما حبيبات الكوارتز لكبر حجمها لا يتم نقلها بعيداً عن الشاطئ بل تترسب في النهر وعلى الشاطئ Beach ، وبالقرب من الساحل Near shore حيث تعمل الأمواج على تغيير أشكال واحجام حبيبات الرمل. هذا بالإضافة إلى ترسيب أحجام مختلفة من الرمل في الأوساط البحرية المختلفة. أما الكالسايت فيترسب عامة في مياه دافئة صافية بعيداً عن النواتج السابقة. وتشكل النواتج الثلاثة معاً، الكوارتز والطين والكالسايت، ٩٩٪ من الرواسب والتي بدورها تُكوّن الصخور الرسوبية التالية في البيئات الموضحة في الجدول التالي:

التراسب	الصخر	بيئة الترسيب
رمل الكوارتز	حجر الرمل	الشاطئ
طين	طَفْل	بعيدة عن الشاطئ
كربونات الكالسيوم	حجر الجير	مياه ضحلة دافئة

### عمليات التجوية Weathering Processes

إن التجوية ليست عملية بسيطة كما أن النواتج الأولية لعملية التجوية ليست بسيطة هي الأخرى وذلك حسب مآذركنا سابقاً مثل الكوارتز والطين والكالسايت. فقد توجد أنواع مختلفة من الحبيبات بالقرب من مكان التجوية. وهناك نوعان أساسيان من أنواع التجوية هما:

#### (١) التجوية الميكانيكية Mechanical Weathering

تؤدي هذه العملية إلى نقص الحجم بواسطة تكسير وتفجيت أو طحن الصخور بدون تغيير في تركيبها المعدني الأصلي. وينتج في المرحلة الأولى للتكسير فئات صخري مزوى ولكنه قد يصبح مستدير الشكل فيما بعد بواسطة استمرارية تجويته ميكانيكياً. وقد يتعرض بعض من الفئات الصخري الناتج عن عمليات التجوية

الميكانيكية الى تجوية كيميائية.

## (٢) التجوية الكيميائية Chemical Weathering

تؤدي هذه العملية الى تحلل المعادن وتكوين معادن أخرى جديدة التي بدورها في النهاية تعطى حبيبات كوارتز وطين وكالسيت، بالإضافة الى تكوين معادن أخرى ذائبة. ومن الملاحظ أن المعادن تختلف اختلافاً كبيراً في مقاومتها للتحلل الكيميائي. فالبعض منها مقاوم بدرجة عالية ويبقى مع الكوارتز الى نهاية اتمام عملية التحلل الكيميائي. إن المعادن الغير ثابتة والحاوية على حديد مثل الاوليفين والبيروكسين والامفيبول والبيوتايت قد تتجوى كيميائياً وينتج منها تكوين معادن اكاسيد الحديد، مثل الليمونيات والهيمايت. مع العلم بأن معادن اكاسيد الحديد ليست بالضرورة ان تكون واسعة الانتشار الا أنها مهمة للغاية لكونها تعطى الصخور الوانها الصفراء والحمرات والبنية والخضراء.

## عمليات النقل Transportation Processes

### الاستدارة ونقصان الحجم Rounding and Size Reduction

تدل الحبيبات الرسوبية المزواة على أنها لم تنقل لمسافة بعيدة عن مصدرها. فالحبيبات التي تنقل لمسافات طويلة بواسطة المياه الجارية تبدأ اطرافها في التكسر نتيجة للبري أو السحج Abrasion مع الحبيبات الأخرى وتصبح تدريجياً احسن استدارة مما سبق، بالإضافة الى ذلك كلما طالت مسافة نقل الحبيبات كلما أصبحت الحبيبات أصغر حجماً إما نتيجة للسحج أو للتكسر والتفتت الناتج من اصطدام الحبيبات ببعضها البعض. كما تؤدي إعادة أو تكرار الدورة الترسيبية لراسب معين الى تحسن استدارة الحبيبات الرسوبية وايضا يقل حجمها كلما بعدت عن المصدر، أو كلما تعرضت لأكثر من دورة ترسيبية. ويوضح شكل (٣ - ٢) حبيبات مزواة وأخرى مستديرة.

### عملية الفرز أو التصنيف Sorting Process

من الملاحظ أن الحبيبات الكبيرة والثقيلة تحتاج الى طاقة نقل كبيرة (مثلاً سرعة مياه عالية) لكي تنقل من مكان لآخر، بينما الحبيبات الصغيرة والخفيفة وكذلك الجسيمات الذائبة في محاليل تتحرك طليقة حيث تسير مع المياه فتنتقل ايها يجري

الماء وتستقر حيث يستقر الماء. وكما هو معروف أن في مجاري المياه كالأنهار تتم حركة وانتقال المكونات الرسوبية على النحو التالي:

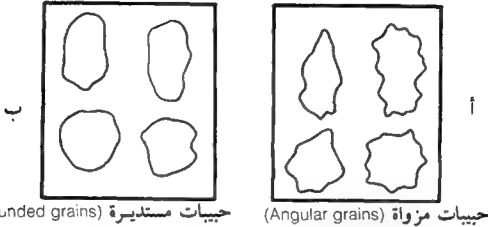
- (١) الجسيمات الذوابة في الماء تنقل أولاً كمحلول مع الماء.
- (٢) الطين واكاسيد الحديد وهي من أصغر الجسيمات الرسوبية تتحرك ثانياً حيث تكون عالقة في الماء. وتتحرك تقريباً بسرعة تيار الماء.
- (٣) تتحرك حبيبات الرمل في المرحلة التالية حيث بعضها يتدحرج والبعض الآخر يقفز قليلاً فوق القاع وقد لا تتحرك حبيبات الرمل كلية لفترة طويلة من الزمن ثم تتحرك بعد ذلك، هذا إذا ما عاود التيار الحركة بسرعة تفوق سرعته السابقة.
- (٤) أخيراً تتحرك قطع الفتات الصخرى الكبيرة عندما تكون سرعة جريان الماء عالية جداً.

بالإضافة الى ذلك فإن بعض الفتات الصخرى والحبيبات المعدنية والتي لها شكل معين قد تنقل بطرق معينة. على سبيل المثال فمعادن الميكا الصفائحية قد تظل معلقة في الماء بسبب شدة التيار وتنقل لمسافات بعيدة لاتتناسب مع أحجامها وأبعادها. يوضح الشكل (٣ - ٣) حبيبات لراسب جيد التصنيف وآخر رديء التصنيف.

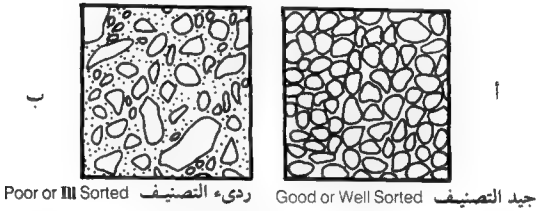
### عمليات الترسيب والبيئات الرسوبية

#### Sedimentation and Sedimentary Environments

ترسب الرواسب في بيئات متنوعة فمثلاً توجد بيئات قارية مثل بيئات الأنهار والبحيرات. وبيئات بحرية ذات أعماق مختلفة مثل بيئات الدلتا والمستنقعات الشاطئية ومناطق المد والجزر والمناطق الضحلة والعميقة. وتختلف طول الفترة الزمنية التي يبقى فيها الراسب في المكان الذي ترسب فيه أولاً، فتتراوح هذه الفترة من لحظات الى ملايين السنين. ولكن في الحقيقة ان معظم الرواسب تكون في مرحلة انتقالية الى أن تصل في النهاية الى المستوي القاعي Base level وهو اخفض مستوى تنقل اليه الرواسب بواسطة الجاذبية، وليكن ذلك هو قاع المحيط. يعتمد نوع الراسب ونسيجه ومكوناته بدرجة كبيرة على مقدار الطاقة التيارية الناقلة والمرسبة لهذا الراسب بالإضافة إلى خصائص بيئة الترسيب.



شكل (٣ - ٢) شكل الحبيبات



شكل (٣ - ٣) درجة التصنيف

### البنيات الرسوبية Sedimentary Structures

إن من أكثر الصفات المميزة للصخور الرسوبية وجود الانماط البنائية الناتجة من ترتيب الجسيمات والحبيبات أثناء ترسيبها. ولتلك المعالم البنائية أهمية كبيرة في تمييز بيئات الترسيب وذلك لأن في بيئة رسوبية معينة تتشكل أنواع محددة من البنيات الرسوبية شكل (٣ - ٤).

تعطى البنيات الرسوبية عدة معلومات عن بيئة الترسيب، وفي حالات كثيرة تدل هذه البنيات الرسوبية على الظروف البيئية السائدة والتي تسببت في تكوين تلك البنيات. ومن أهم البنيات الرسوبية علامات النيم Rippie marks والتطابق

<p>علامات نيم غير متتائلة</p>  <p>تندفق الماء في اتجاه واحد مثل تندفق مياه الأنهار</p>	<p>علامات نيم متتائلة</p>  <p>تندفق الماء إلى الأمام وإلى الخلف مثل مياه الشواطئ</p>	<p>تطبق متقاطع</p>  <p>تندفق تيارات متتالة في اتجاه واحد بشكل عام مثل مياه الأنهار</p>
<p>اضطراب حيوي</p>  <p>ينبتات متروكة على سطح أو داخل الرواسب بواسطة زحف الكائنات أو نشاطها الحركي</p>	<p>تطبق مترق</p>  <p>غرين وطين مترسب في مياه هادئة</p>	<p>تطبق متدرج</p>  <p>وتشمل رواسب العكر أو المكاررات</p> <p>يوجد في رواسب الأنهار أو يسبب الترسيب السريع في أعماق البحار</p>
<p>شقوق الوحل</p>  <p>تقلص في رواسب ناعمة بسبب فقدان الماء في مناطق مكشوفة للهواء بشكل متكرر مثل مساحات المد</p>	<p>علامات التيار</p>  <p>خطوط محتوية في وحل متناك بواسطة تيارات القاع المضطربة، تحفظ بالرمال المترسب في هذه الخطوط</p>	<p>سرينات</p>  <p>خضخضة في مياه ضحلة داكنة ونقية</p>

شكل (٣ - ٤) البنيات الرسوبية (عن: Fitcher and Farmer, 1977)

المتقاطعات Cross-bedding والتطبيق المترق Bed-lamination والتفرق المتقاطعات Cross-lamination وعلامات القاع Sole marks مثل علامات الابواق Flute marks وعلامات التخطيط Groove marks وعلامات الاداة Tool marks

### نضوج الرواسب Maturity of Sediments

يعرف النضوج على أنه مدى درجة تجوية ونقل وإعادة ترسيب الراسب المكون للحجر الرمل. ولنضوج حجر الرمل جانين مهمين هما التركيب والنسيج. فحجر



الرمل الناضج تركيبياً أو معدنيا Compositionally Mature يتكون من كوارتز بنسبة عالية جداً، أما الحبيبات المعدنية والفئات الصخرية والطين فقد تمت ازالتها بالتعرية والفرز Sorting فيما يلي نشرح بالتفصيل أحجار الرمل غير الناضجة وشبه الناضجة والناضجة وذلك على النحو التالي:

#### (١) أحجار الرمل غير الناضجة Immature Sandstones

تتكون من فئات مزوى ومعادن مختلفة مثل الكوارتز بنسبة ضئيلة جداً والفلسبار والميكا والفئات الصخرية والطين وجميعها موجودة بأحجام مختلفة. وتشير أحجار الرمل غير الناضجة إلى عدم اكتمال التجوية ونقل لمسافة قصيرة ودفن سريع.

#### (٢) أحجار الرمل شبه الناضجة Submature Sandstones

تتكون من نسبة عالية من الكوارتز بالإضافة إلى احتوائها على الطين والفلسبار والميكا وكلها ذات حبيبات في حجم الرمل وشبه مستديرة. وتدل أحجار الرمل شبه الناضجة على عدم اكتمال التعرية والنقل لمسافة متوسطة وبيئة ترسيبية حدث فيها تصنيف أو فرز متوسط إلى رديء مثل بيئة الأنهار Fluvial environment

#### (٣) أحجار الرمل الناضجة Mature Sandstones

تتكون من حبيبات الكوارتز فقط وكلها في حجم الرمل وجيدة الاستدارة والتصنيف. تدل أحجار الرمل الناضجة على شدة واكمال التعرية ونقل لمسافة طويلة أو حدوث عدة دورات نقل وترسيب وتعرية. هذا بالإضافة إلى ترسيب في بيئة ذات طاقة عالية مثل بيئة الشواطئ Beaches environment

### تقسيم الصخور الرسوبية حسب أصل نشأتها

#### Classification of Sedimentary Rocks by Origin

تتكون الصخور الرسوبية نتيجة لنقل وترسيب نواتج تجوية صخور سابقة التكوين. فقد يأتي تكوين الصخور الرسوبية من تجوية صخور نارية أو متحولة أو رسوبية قديمة. وهناك ثلاث أنواع من نواتج التجوية شكل (٣ - ٥)، وهي

كالتالي:

- (١) حبيبات كبيرة ومرئية بالعين المجردة وتشمل كوارتز وكِسْرُ صخرية ومعادن أكثر ثباتاً أو مايعرف بالمعادن الثقيلة.
- (٢) حبيبات دقيقة في حجم جسيمات الطين وتشمل معادن طينية وهيماتايت وليموناييت وبوكساييت.
- (٣) معادن ذائبة في محاليل وتشمل كل من معادن الكالساييت والهالايت والجبس والسليكا.

وعلى الرغم من الاختلافات الكبيرة في مظهر وشكل الصخور الرسوبية إلا أنه يمكن تمييز ثلاث مجموعات من هذه الصخور اعتماداً على أصل نشأتها أو طريقة تكوينها شكل (٣-٥). وهذه المجموعات على النحو التالي:

- (١) صخور فتاتية أو حتاتية Detrital or Clastic Rocks
  - (٢) صخور كيميائية Chemical Rocks
  - (٣) صخور كيميائية حيوية أو عضوية Biochemical or Organic Rocks
- وستحدث هنا بالتفصيل عن كل مجموعة كما يلي:

### أولاً: الصخور الفتاتية Clastic Rocks

تنشأ صخور هذه المجموعة من نواتج التجوية غير القابلة للذوبان. ويعتمد في التعرف على صخور هذه المجموعة وتسميتها على أحجام المواد المكونة لها. وتسمى نواتج التجوية غير القابلة للذوبان بالحتات (Detritus) أو الفتات (Clasts) ويوضح شكل (٣ - ٥) مقياس الحبيبات المختلفة لهذه المجموعة وكذلك اسم الراسب واسم الصخر المتشكل منه. ويشار إلى ترتيب مقاسات أحجام الحبيبات بمقياس وتورث، حيث تستخدم وحده المليمتر فيه. ويتشكل من تلك الأحجام المختلفة، من حبيبات الفتات، خمسة أنواع من الصخور هي الراهص (البريشيا) والمذملك أو الرصيص (الكونجلوميرات) وحجر الرمل وحجر الغرين وحجر الطين (الطُفل).

وعلى الرغم من وجود اختلافات كبيرة في طبيعة تلك الصخور إلا أنه يمكن التعرف عليها بسهولة وذلك بعد رؤية امثلة كثيرة منها في الحقل وفي المختبر.



### ثانيا: الصخور الكيميائية Chemical Rocks

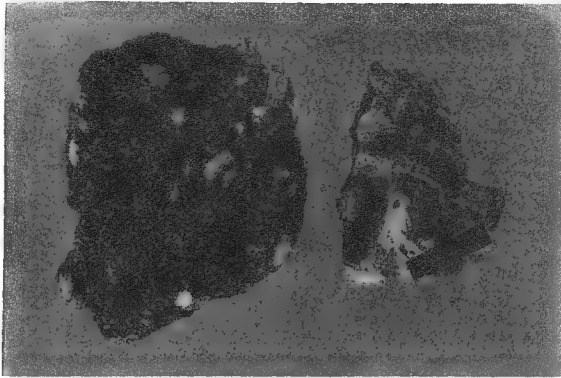
تنشأ الصخور الكيميائية من نواتج التجوية الدوابة في المحاليل. ومن أكثر الصخور الكيميائية انتشارا حجر الجير وحجر الدولومايت والانهيدرايت. وعامة ترسب كل الصخور الكيميائية مباشرة من الماء تحت ظروف الجفاف ومعدل البخر العالي. وتكون الظروف مناسبة وجيدة لترسب هذه الصخور عندما تكون المياه صافية وضحلة وخالية من الحبيبات الفتاتية. تتشابه صخور الطُّر (الشيرت) والجبس والملح مع المعادن المكونة لها. اما حجر الجير وحجر الدولومايت فهي على التوالي لاتشبه معادن الكالسايت والدولومايت.

### ثالثا: الصخور الكيميائية الحيوية أو العضوية

#### Biochemical or Organic Rocks

تنشأ مجموعة هذه الصخور من أصداف وهياكل بعض الحيوانات مثل صخر الكوكينا أو من تحلل بقايا النباتات مكونة الفحم الحجري. يتكون الفحم أساساً من كربون مع كميات قليلة من غازات لعناصر أخرى كالاكسجين والهيدروجين والنيتروجين وبالتالي سهل تمييزه والتعرف عليه بسهولة. ويتكون هذا الصخر في المستنقعات بشكل عام.

معظم الصخور الكيميائية الحيوية الأخرى والتي تتكون من الأصداف الكلسية ويمكن اعتبارها أنواعاً أخرى من حجر جير. وهذه الصخور يمكن التعرف عليها باختبارها بحمض الهيدروكلوريك المخفف حيث يتفاعل مع الكالسايت المكون لهذه الصخور. هناك بعض الصخور الكيميائية الحيوية التي تتكون من بقايا أصداف سليسية مثل صخر الدياتومايت Diatomite حيث يتكون هذا الصخر من ترسب هياكل الدياتومايت وهي حيوانات مجهرية موجودة في المناطق العميقة من البحار. ويمتاز صخر الدياتومايت بأن لونه فاتح (ابيض) وثقله النوعي منخفض.



شكل (٣-٦) مدملك أو رصيص Conglomerate (لاحظ استدارة الحصىات)  
(تصوير : مشرف)

### وصف أهم أنواع الصخور الرسوبية

#### Description of Common Sedimentary Rocks

#### أولاً: الصخور الفتاتية Clastic Rocks

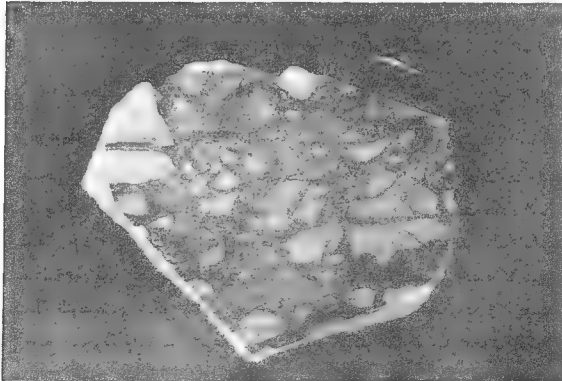
##### (١) الرصيص أو المدملك Conglomerate

صخر فتاتي رسوبي يتكون من جسيمات Particles أو حصيات صخرية كبيرة يتراوح مقاس أغلبية أحجامها من ٢ إلى ٤ ملليمتر وملتحمة براسب أرضية Matrix يتكون من الرمل والغرين والطين بنسبة قليلة وهذه المواد تشكل المادة اللاصقة لهذا الصخر. وتكون معظم حصيات هذا الصخر جيدة الاستدارة ومعتدلة التصنيف، شكل (٣-٦). تتكون حصيات صخر المدملك أو الرصيص من قطع صخرية ومعدينية متنوعة، ولكن المواد الأكثر مقاومة مثل معدن الكوارتز وحصيات صخر الكوارتزايت والظّر (الشيرت) تكون أكثر شيوعاً إذا ما قورنت بغيرها من مكونات صخر المدملك. وقد يغلب في بعض أنواع صخور المدملكات وجود حصياتها أغلبها من فتات احجار الجير أو الجرانيت.

يتم نقل رواسب صخر المدملك بواسطة المياه الجارية ذات الطاقة العالية أو الجليد الزاحف أو الجاذبية. من أهم البيئات التي تترسب فيها رواسب المدملكات هي المراوح الطميية Alluvial fans وقنوات الأنهار River channels وبالقرب من الشواطئ Near shores.

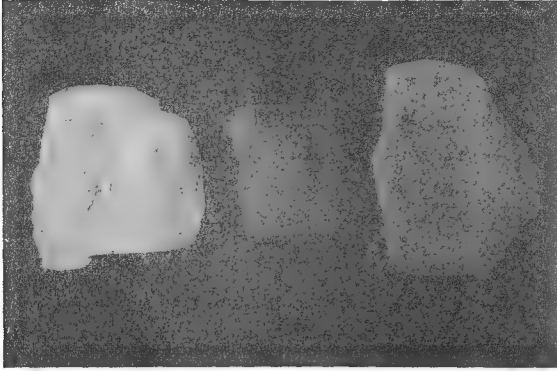
## ٢) الراهص أو البريشيا Breccia

صخر فتاتي رسوبي-مكون من جسيمات فتاتية صخرية كبيرة الحجم مشابه لاحجام حصيات المدملك الا أنها مزواة ومتناسكة براسب ارضية مكون من الرمل والغرين والطين شكل (٣ - ٧). وعادة مايكون الفتات الصخري المكون للرواهص رديء التصنيف وموجود في وسط راسب دقيق الحبيبات. وتتكون اضخم رواسب الرواهص نتيجة حركة الشلاجات أو الثلجات Glaciation والانزلاقات الارضية Landslides وحركة الكتلة Mass movement المعروفة بالانهيارات الارضية، كما يتشكل نطاق الرواهص Breccia zone على طول مستويات الصدوع نتيجة للحركات التكتونية أو نتيجة الانهيارات الارضية مكونة



شكل (٣ - ٧) راهص Breccia (لاحظ تزوي الحصىات)

(تصوير : مشرف)



شكل (٣ - ٨) حجر الرمل Sandstone (تصوير : مشرف)

الرواهص الانهيارية Collapse breccia ، ويؤدي تراكم نواتج التجوية عند اسفل سفوح الجبال الى تشكيل رواسب الرواهص المتبقية في اماكنها أو على مقربة من صخور المصدر.

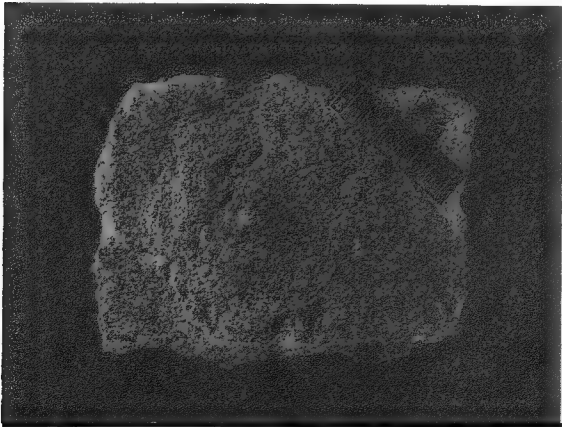
### (٣) أحجار الرمل Sandstones

صخور رسوبية فتاتية مكونة عامة من حبيبات رملية يتراوح احجامها ما بين  $\frac{1}{16}$  إلى ٢ ملم. وفي معظم الاحيان تكون هذه الحبيبات مستديرة الى مزواة في بعض الحالات. ويسود معدن الكوارتز ( $SiO_2$ ) في تركيب أحجار الرمل بالإضافة الى وجود معادن أخرى ولكن بنسب قليلة. وتشمل هذه المعادن كل من الفلسبارات والميكا والمعادن الثقيلة (مثل الزركون والتورمالين والجارنت والروتيل والهورنبلند والكيانائيت والسلمانائيت وكثير غيرها) هذا بالإضافة الى وجود معادن طينية (مثل الكاولين والإلايت والمونتمورلونائيت والكلورائيت) في بعض الاحيان.

تصنف أحجار الرمل بناءً على نسب محتوياتها الاساسية والمكونة من الكوارتز

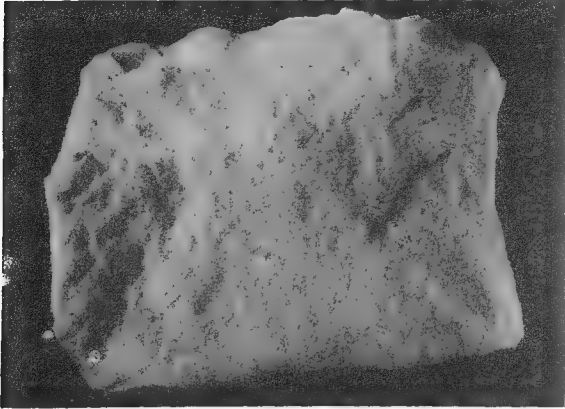
والفلسبار والطين. حيث تسمى أحجار الرمل الرديئة التصنيف والمحتوية على نسبة تزيد عن ٢٠٪ طين برمل الجريواكي Greywacke ذو اللون الترابي أو الرمادي والمعروف بحجر الرمل غير النظيف Dirty sandstone (شكل ٣ - ٨) ومعظم حبيباته مزواة ويحتوي على نسبة عالية من الكسّر الصخرية Rock fragments وايضا يوجد به نسبة جيدة من المعادن الثقيلة. وعادة مايترسب رمل الجريواكي في مناطق ترسيب ذات طاقة تيارية منخفضة مثل اعماق البحار حيث تعرف رواسب هذه المناطق برواسب العكر Turbidites والمشار الى سطحها بسحن الفليش Fylsch facies والتي يكثر وجودها في الاحواض الكبيرة أو العملاقة Geosynclinal troughs.

أما الصنف الثاني من أحجار الرمل فهو الاركوز Arkose الذي يحتوي عامة على نسبة تقل عن ٣٠٪ كوارتز ونسبة عالية جدا من الفلسبارات التي قد تصل احيانا الى ٦٠٪، ونسبة منخفضة من الطين شكل (٣ - ٩). ويغلب عليه اللون الاحمر وذلك لارتفاع نسبة الحديد المؤكسد فيه. كما أن معظم حبيباته رديئة



شكل (٣ - ٩) الاركوز Arkose (تصوير : مشرف)

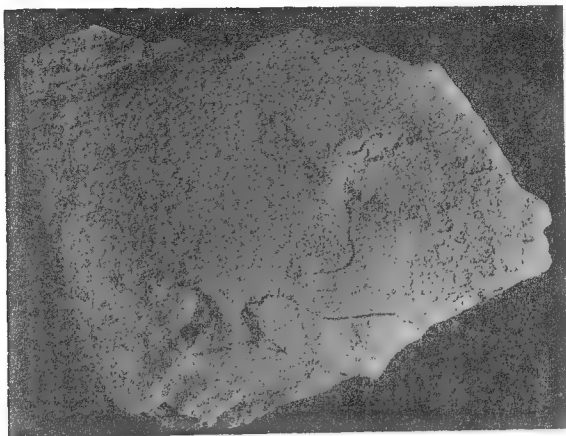




شكل (٣ - ١٠) حجر رمل الكوارتزيت النقي Orthoquartzite (تصوير : عوض)

التصنيف ومزواة وذلك بسبب قصر مسافة نقلة. وغالبية احجار الاركوز تتواجد بالقرب من صخور المصدر والتي هي في معظم الحالات صخور جرانيتية تعرضت للتعرية السريعة ثم اعقبها ترسيب سريع للنواتج المجواه التي يتوفر فيها الكوارتز والفلسبار بنسبة كبيرة. وعادة مايترسب الاركوز في المراحل الطمئية المتأخرة لمنحدرات الجبال.

أما الصنف الثالث من أحجار الرمل فهو الكوارتز النقي Orthoquartzite والذي تصل فيه نسبة الكوارتز في معظم الاحيان الى اكثر من ٩٥٪ ويقل أو يندر وجود الطين والفلسبار فيه، ولذلك يظهر هذا الصخر بلون أبيض زجاجي ومعظم حبيباته مستديرة وجيدة التصنيف بسبب نقلة لمسافة بعيدة جدا من صخور المصدر وترسبه في مناطق تيارات عالية النشاط. شكل (٣ - ١٠) كما تؤدي عملية اعادة الترسيب المكاني للنشأة التي يتعرض لها حجر رمل الكوارتزيت بشكل مستمر الى تحسن استدارة حبيباته وارتفاع نسبة نقاوته على الدوام.



شكل (٣ - ١١) حجر الغرين Siltstone (تصوير عوض)

وعموما توجد أحجار الرمل متطبقة وذات ألوان مختلفة مثل الأبيض الزجاجي والبرتقالي المصفر والأصفر والأخضر والأحمر والبني والرمادي أو الترابي. ويعتمد اللون على وفرة الشوائب ونوع المادة اللاصقة. وأكثر المواد اللاصقة شيوعا في أحجار الرمل هي السليكا (الكوارتز) والكالسايت وأكاسيد الحديد وأقلها الدولومايت والجبس والأنيهدرايت.

وتترسب أحجار الرمل في أنواع مختلفة من البيئات الرسوبية مثل الشواطئ والصحاري والسهول الفيضية Food Plains والدلتاوات Deltas واعماق البحار.

#### ٤) أحجار الغرين Siltstones

صخور رسوبية فتاتية. محتوية على نسبة لا تقل عن ٥٠٪ من المواد المكونة لها على هيئة حبيبات صغيرة جدا تتراوح أحجامها ما بين  $\frac{1}{16}$  إلى  $\frac{1}{256}$  ملم. وغالبا ما تكون هذه الصخور ذات بنية رسوبية مترققة Laminated ، (شكل ٣ - ١١).

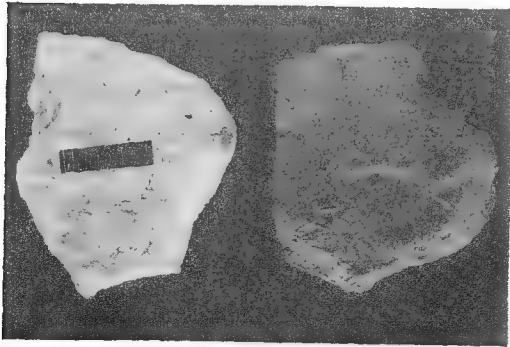
وعند فحص صخر الغرين تحت المجهر تبدو اغلبية حبيباته مزواة وقليل منها مستديرة وتتكون صخور الغرين عامة من حبيبات الكوارتز بالاضافة الى كمية معتبرة من معادن الميكا والطين.

وتترسب صخور الغرين بشكل كبير في الدلتاوات بواسطة الانهار وكذلك في السهول الفيضية ونادراً ماتشكل هذه الصخور طبقات سميكة مستقلة لوحدها بل توجد متداخلة التطبق Interstratified أو متعاقبة الطبقات مع صخور الطُّفل أو الطين الصفحي Shale ومع صخور حجر الرمل.

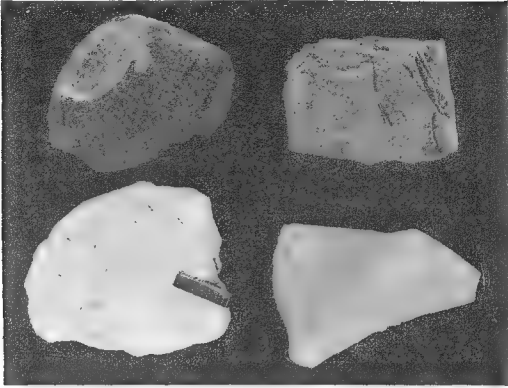
#### ٥) أحجار الطين و الطُّفل Claystones and Shale

صخور رسوبية فنتائية دقيقة الحبيبات وتتركب من جسيمات ذات احجام تقل عن  $\frac{1}{256}$  ملم. وتمتاز هذه الصخور بأنها مترفقة أو ضئيلة السمك وخاصة الطُّفل

أو الطين الصفحي Shale والذي يمتاز بالتصفح Fssility (شكلا ٣ - ١٢ ، ٣ - ١٣).



شكل (٣ - ١٢) أحجار الطين Claystone (تصوير مشرف)



شكل (٣- ١٣) أحجار الطُفْل أو الطين الصفحي (Shales) (تصوير مشرف)

تشكل معادن الطين (مثل الكاولين والتمور لينات والإلايت والكلورايت) المكون الاساسي في هذه الصخور الى جانب نسبة قليلة من الكوارتز والميكا والمواد العضوية. ولأن هذه الصخور دقيقة الحبيبات فانه لايمكن فحص وتمييز مكوناتها بالعين أو بالعدسة العادية ولذلك يجب دراستها تحت المجهر المستقطب أو تحت المجهر الالكتروني الماسح وهذا هو الافضل.

ترسب صخور الطين والطُفْل في بيئات رسوبية هادئة وذات طاقة منخفضة Low energy وهذه متوفرة في كل من البرك الشاطئية Lagoons في المناطق البحرية العميقة وفي السهول الفيضية وفي اواسط البحيرات Lakes.

## ثانيا : الصخور الكيميائية Chemical Rocks

### أحجار الجير Limestones

صخور رسوبية كيميائية النشأة تحتوي على معدن الكالسايت بنسبة تزيد عن ٥٠٪ من مكونات الصخر. وقد توجد في أحجار الجير معادن اخرى قد تصل

الى ٥٠٪ من تركيب الصخر واهم هذه المعادن هي الطين والكوارتز واكاسيد الحديد وكبريت صخرية وعضوية ومواد اخرى. ويترسب الكالسيت المكون للصخور الجيرية كيميائيا أو عضويا أو قد يترسب من فتات ذو أصل جيري.

توجد انواع عديدة من أحجار الجير قسمت على اساس انسجتها وخواص اخرى تميز كل نوع عن غيره.

وتتشابه كل أحجار الجير في أنها مكونة أساسا من كالسايت وبالتالي تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف. وفيما يلي وصف مبسط للأنواع المختلفة من أحجار الجير:

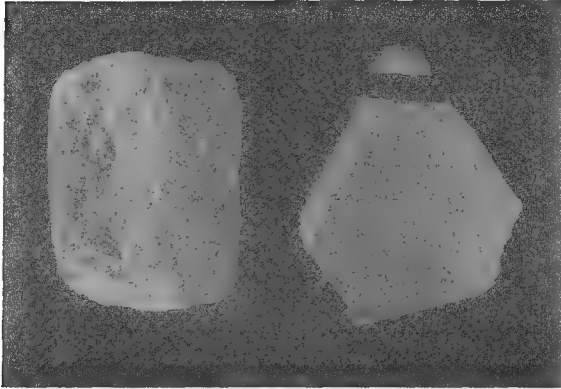
#### ١) حجر الجير المتبلور "Sparite" Crystalline limestone

صخر رسوبي كيميائي النشأة ويتكون من بلورات كالسايت معشقة أو متشابكة ومتداخلة Interlocking مع بعضها البعض ويمكن رؤية هذه البلورات بالعين المجردة ولكن تكون أكثر وضوحاً إذا فحصت بالعدسة يشبه حجر الجير الدقيق التبلور الى حد كبير صخر الرخام وهو (صخر متحول). ومن الممكن جدا وجود أحافير جيدة الحفظ، وربما تظهر فيه أغلبية مستويات التطبيق.

ويتم ترسيب حجر الجير المتبلر بواسطة المياه الجوفية التي تنفذ خلال الصخور وترسب الكالسيت على هيئة بلورات.

#### ٢) حجر الجير الدقيق التبلور "Micrite" Microcrystalline limestone

صخر رسوبي كيميائي النشأة ويتكون كلية من بلورات كالسايت دقيقة جداً للحد الذي يصعب تمييزها عن بعضها البعض حتى تحت المجهر العادي، شكل (٣ - ١٤) وتمتاز هذه الصخور بأنها متجانسة وكثيفة وعادة مايكون لها مكسر محاري Conchoidal fracture. يغلب على هذا الصخر اللون البرتقالي المصفر Buff أو الكريمي Cream ولكن قد يكون لونه رمادياً داكناً أو أسود اذا كانت به نسبة كبيرة من الشوائب العضوية. ويترسب حجر الجير الدقيق التبلور في مياه البحار الدافئة والمهدئة والضحلة.



شكل (٣ - ١٤) حجر الجير Limestone (تصوير : مشرف)

### ٣) حجر الجير السريتي Oolitic limestone

صخر رسوبي كيميائي النشأة يتكون من حبيبات صغيرة كروية من الكالساييت تسمى السريتيات Oolites. وقد يصل حجم هذه السريتيات الى ٢ ملليمتر وهذه الحبيبات بنية من رقائق أو طبقات جيرية متركزة حول جسيم من الغرين الدقيق أو الطين أو قطعة من صدف محار أو غير ذلك. وعادة ماتلتحم السريتيات بالكالساييت لتكون صخوراً يشبه إلى حد كبير حجر الرمل المكون من حبيبات كوارتز مستديرة. وقد توجد في حجر الجير السريتي بعض الظواهر الموجودة في حجر الرمل مثل التطبيق والتقاطع وخاصة التصنيف الجيد Well sorting.

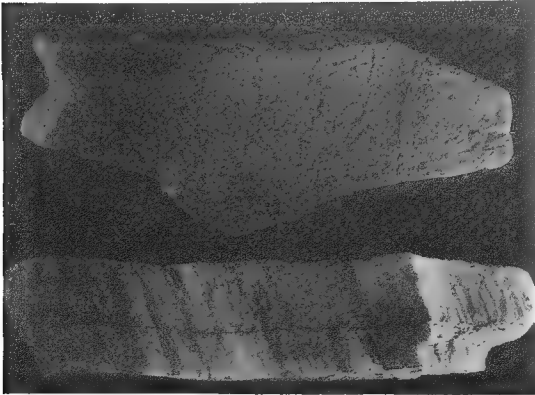
وتنشأ السريتيات في المياه الضحلة حيث يؤدي نشاط التيارات إلى درجة الانوية على القاع مما ينتج عنه تجمع الكالساييت والتصاقه حول هذه الانوية مشكلاً بنية دوائر مركزية Concentric structure أو بنية شعاعية Radial structure

## ٤) دولومايت أو حجر الدولومايت Dolomite or Dolostone

صخر جيري رسوبي كيميائي النشأة يتكون من كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم. والدولومايت هو اسم للصخر وللمعدن في نفس الوقت وينشأ في البحر عن طريقة استبدال المغنيسيوم الموجود في مياه البحر ببعض الكالسيوم المكون لحجر الجير.

## ٥) صخر الجبس Rock Gypsum

صخر رسوبي كيميائي النشأة يتكون كلية من تجمعات Aggregates من معدن الجبس وعادة ما يكون الصخر ابيض أو تشوبة ظلال الوان كالأصفر أو الأحمر الفاتح، (شكل ٣ - ١٥) ومن أهم الصفات المميزة لهذا الصخر انخفاض صلابته حيث يمكن خدشة بالظفر. وعادة ما يكون صخر الجبس على هيئة كتلية إلا أن الجبس المتكون بين الصخور الطينية يكون على هيئة طبقات رقيقة ليفية البنية أو ابرية.



شكل (٣ - ١٥) صخر الجبس Rock Gypsum (تصوير : مشرف)

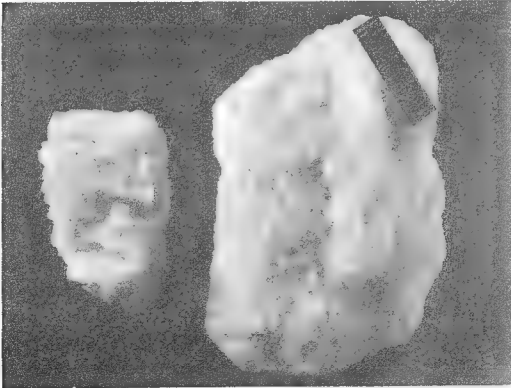
وعامة ينشأ الجبس والانهيدرايت نتيجة لتبخر ماء الاجاج Saline من البحيرات والبرك الشاطئية تحت ظروف مناخية حارة وجافة أو قاحلة.

#### (٦) صخر الملح Rock Salt

صخر رسوبي كيميائي النشأة يتكون من معدن الهاليت Halite وعادة ما يتشكل الصخر من بلورات كبيرة أو دقيقة عديمة اللون أو بيضاء لامعة، (شكل ٣ - ١٦) وقد تظهر هذه البلورات بألوان شوائبها. ينشأ صخر الملح بنفس الطريقة التي ينشأ بها صخر الجبس وذلك من خلال تبخر ماء الأجاج مما يؤدي إلى زيادة تركيز ملح كلوريد الصوديوم NaCl والذي يترسب على هيئة معدن الهاليت.

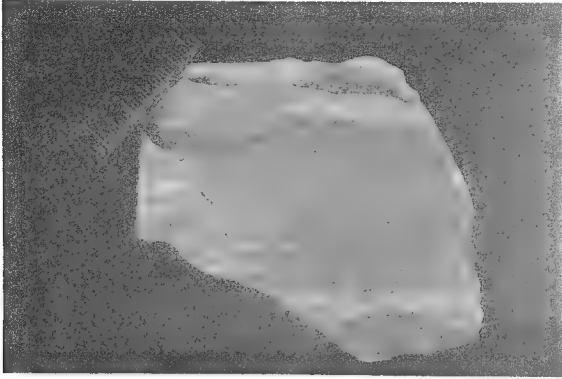
#### (٧) الأنهيدرايت Anhydrite

صخر رسوبي كيميائي النشأة يتكون من معدن الانهيدرايت وهو صخر ينشأ بواسطة عملية تبخر ماء البحيرات وعادة مايكون لونه بنسفيجي أو رمادي فاتح. ويوجد صخر الانهيدرايت على هيئة كتلية وذو حبيبات دقيقة التبلور ويمكن تمييزه



شكل (٣ - ١٦) صخر الملح Rock Salt (تصوير : مشرف)





شكل (٣-١٧) الظفر أو الشيرت Chert (تصوير : مشرف)

عن الجبس بأنه أكثر صلابة.

#### ٨) الظفر والصوان Chert and Flint

صخور رسوبية كيميائية سليسية دقيقة الحبيبات وذات ألوان متعددة ، ولكن تغلب عليها الألوان الرمادي والأخضر والأسود، (شكل ٣ - ١٧). ويعتبر معدن الكوارتز هو المكون الأساسي لهذه الصخور وموجود بشكل جسيمات دقيقة التبلور Microcrystalline أو خفية التبلور أو مستترة التبلور Cryptocrystalline وتمتاز هذه الصخور بأنها صلبة جدا مثل صلابة الكوارتز. وعادة ماتوجد صخور الظفر أو الشيرت Chert والصوان Flint على شكل عُقَد Nodules في حجر الجير حيث تم ترسيبها من محاليل السليكا بواسطة المياه الجوفية. كما أن البعض منها يترسب في المياه البحرية الضحلة مع الأحجار الجيرية.

## ثالثاً : الصخور الكيميائية الحيوية أو العضوية

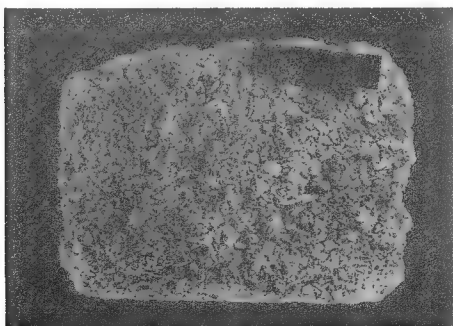
**Biochemical or Organic Rocks**

## (١) الكوكينا Coquina

صخر رسوبي عضوي النشأة يتكون من اصداف وفتاتات اصداف بحرية متهاسكة أو ملحومة بمعدن الكالسيت المتبلر، ولكنه عادة مايكون عالي المسامية وضعيف التماسك، (شكل ٣ - ١٨). من الممكن اعتبار الكوكينا صخر فتاني عضوي لأنه تكون نتيجة نقل وترسيب مواد عضوية داخل حوض الترسيب بخلاف الصخور الفتانية غير العضوية المنشأ كاحجار الرمل والمذملكات . . . الخ. تترسب الكوكينا في الشواطئ الضحلة حيث تتجمع الاصداف بواسطة حركة التيار.

## (٢) حجر الجير الأحفوري أو الهيكلي Fossiliferous or skeletal limestone

صخر رسوبي عضوي النشأة غني بالأحافير والكسّر الأحفورية حيث يتكون أساساً من الاجزاء الصلبة لبعض اللافقاريات (شكل ٣ - ١٩) مثل المحاريات Mollusks ، والمرجانيات Corals ، الزنبيقيات Crinoids وتلتحم هذه المواد بالكالسيت لتكون صخر كثيف وقد تظهر الأحافير على سطح الصخر نتيجة



(شكل ٣ - ١٨) الكوكينا Coquina (تصوير : مشرف)



شكل (٣ - ١٩) حجر الجير الأحفوري Fossiliferous Limestone  
(تصوير مشرف)

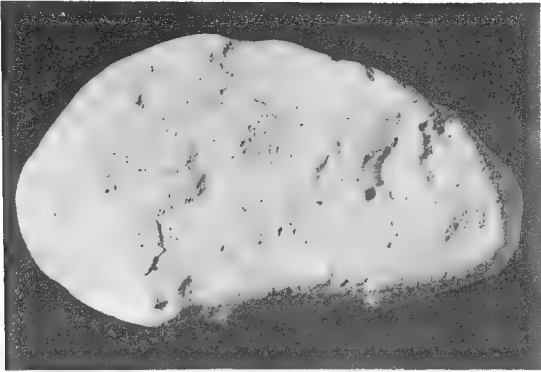
للتعرية وإزاحة الطين الجيري من حولها وتنشأ هذه الصخور في المياه البحرية الدافئة الضحلة حيث تكثر فيها الكائنات البحرية.

### (٣) الطباشير Chalk

صخر رسوبي عضوي النشأة يتكون من حبيبات جيرية دقيقة جداً في حجم جسيمات الطين وهو صخر هش وعال المسامية، (شكل ٣ - ٢٠) ويتكون معظم هذا الصخر من اصداف كائنات مجهرية معظمها من الفورامينيفرا Foraminifera. وصخر الطباشير عادة ما يظهر بلون ابيض أو برتقالي مصفر، وقد يحتوي على كميات متفاوتة من الطين. وينشأ صخر الطباشير في المياه البحرية الضحلة نتيجة لتراكم اصداف الكائنات الدقيقة الطافية.

### (٤) الخث Peat

صخر رسوبي عضوي نباتي. ويتكون الخث من بقايا نباتية ذات لون بني داكن أو اسود تكونت نتيجة للتحلل الجزئي وتفتت البقايا النباتية. ويمثل الخث المرحلة الاولى من مراحل تكون الفحم. كما تشكل المواد العضوية النباتية ما بين ٧٠ - ٩٠٪ من تركيب الصخر، اما المركبات المعدنية فنسبتها ضئيلة (شكل ٣ - ٢١).



شكل (٣ - ٢٠) صخر الطباشير Chalk (تصوير: عوض)

يتطلب تكون الخث نباتات سريعة النمو والتكاثر بالإضافة لكائنات دقيقة لكي تعمل على تحلل هذه البقايا النباتية. وينشأ الخث في المستنقعات العشبية.



شكل (٣ - ٢١) الخث Peat (تصوير : عوض)

## (٥) الفحم Coal

صخر رسوبي كيميائي عضوي النشأة، يتكون من بقايا نباتية تحللت بدرجة عالية، وبالإضافة الى ذلك يحتوي الفحم على بعض الطين. ويوجد الفحم بعدة ألوان تتدرج من البني الفاتح الى الاسود (شكل ٣- ٢٢).

وتحدث عملية التفحم Coalification للخت Peat نتيجة لتعرضه للضغط والحرارة الناتجة من الدفن. ويقسم الفحم الى رتب معينة تبعاً لدرجة التغير الذي طرأ على المواد النباتية وأهم رتب الفحم هي:

(أ) الخث Peat مادة نباتية مبتدئة التحلل لونها بني الى اسود

(ب) اللجنيت Lignite مادة نباتية مبتدئة التفحم لونها بني.

(ج) الفحم البتيوميني Bituminous coal مادة نباتية عالية التفحم لونها أسود وهشة.

(د) الفحم الحجري أو الانثراسايت Anthracite مادة نباتية مكتملة أو تامة التفحم لونها اسود داكن وصلبة ولا معه.



شكل (٣- ٢٢) الفحم Coal (تصوير : مشرف)

ويعتبر الانحراسايت أجود أنواع رتب الفحم السابقة حيث يمتاز باحتراقه التام وحرارته العالية وقلة رمادة.

### تمرين Exercise

#### التعرف على الصخور الرسوبية

قبل البدء في التعرف على الصخور الرسوبية يجب أن تضع في ذهنك أنه كما توجد صخور نقية مثل حجر الجير وحجر الرمل فإنه يوجد كذلك حجر جير رملي Sandy limestone وحجر رمل جيرى Limy sandstone. وقد توجد صخور رسوبية مختلطة مع بعضها بدرجات متفاوتة. ومن خلال دراستك العملية للصخور الرسوبية قد تصادفك بعض هذه الأنواع ولكن مع الممارسة والتدريب يمكنك أن تفرق بين الأنواع النقية والأنواع غير النقية.

يتطلب التعرف على الصخور الرسوبية الفحص الدقيق باستخدام عدسة مكبرة أو مجهر ومن ثم اتباع الخطوات الإرشادية التالية:

- (١) خذ عينة من مجموعة الصخور الرسوبية المعطاه لك في المعمل.
- (٢) قم بتطبيق الخطوات ١ الى ٤ والمشروحة فيما بعد والتي تساعدك في وصف وتعريف الصخر الذي امامك. في البداية قد تجد بعض الصعوبات في استنباط الخواص المستخدمة في التعرف على الصخور الرسوبية ولكن بنهاية هذه الفترة العملية تزول تلك الصعوبات ويصبح من السهل عليك التعرف على الصخور المعطاة لك.
- (٣) بعد أن تنتهى من تطبيق الخطوات الاربعة التالية أسأل المعلم لكي يفحص اجابتك ويتأكد من صحتها.

#### الخطوة الاولى : الأصل

- أ - استخدم الجدول (٣ - ١) لتحديد أصل الصخر.
- ب - أسأل المعلم عن ايجابية ماتوصلت اليه.

#### الخطوة الثانية : الصخور الفتاتية

- أ - سجل أصل الصخر وخواصه في الجدول المرفق والخاص بوصف الصخور الرسوبية.

ب - حجم الحبيبات : لاحظ هل الحبيبات : -

(١) كبيرة الحجم - الحبيبات ذات قطر أكبر من ٢ ملم لاحظ هل الحبيبات

مستديرة أم مزواه (يسهل رؤيتها بالعين المجردة)

(٢) متوسطة الحجم - الحبيبات في حجم الرمل وتتراوح أقطارها ما بين  $\frac{1}{16}$

إلى ٢ ملم (يمكن رؤيته الحبيبات العين أو بالعدسة)

(٣) دقيقة الحجم - الحبيبات في حجم الغرين والطين، أي ان أقطار الحبيبات

أقل من  $\frac{1}{16}$  ملم قد يكون الصخر خشن الملمس ولكن لا يمكن

رؤية الحبيبات الا باستخدام المجهر العادي ولكن يمكن فحصها

وتمييزها باستخدام المجهر الإلكتروني بوضوح كما يمكن تحديد انواع

الطين بواسطة الأشعة السينية.

ج - المكونات :

(١) اذا كانت الحبيبات كبيرة أو متوسطة - تعرف على المعادن أو الفتات

الصخرى ولاحظ هل يوجد راسب ارضية، وكذلك لاحظ استدارة

الحبيبات.

(٢) اذا كانت الحبيبات دقيقة استخدم عدسة مكبرة، تعرف على حجم

المعادن هل هي في حجم الغرين أم في حجم الطين. فالطين غالباً

مايأخذ الالوان التالية الاسود من المواد العضوية والاحمر من الهيماتايت

والاصفر أو البني من الليمونائيت

د - تعرف على الصخر باستخدام الجدول (٣ - ٢)

هـ - حدد درجة نضج الصخر

هل الصخر ناضج أو تحت ناضج أو غير ناضج، استخدم الجدول (٣)

- (٣).

و - حدد بيئة أو بيئات الترسيب التي يحتمل أن يكون قد تكون فيها الصخر

وذلك باستخدام الجدول (٣-٤). يجب ملاحظة أن تحديد البيئات الرسوبية

يعتمد على مشاهدات حقلية بالدرجة الاولى ولأن بعض ماذكر في هذا

الجدول من بنات رسوبية أو أحافير قد لا تتوفر في العين اليدوية التي بين يديك .

## الخطوة الثالثة: الصخور الكيميائية

- أ - سجل أصل الصخر وخواصه التالية في جدول المعلومات المرفق.
- ب - حجم الحبيبات : لاحظ هل الحبيبات : -
- (١) متوسطة الحجم أم أكبر (يمكن رؤيته الحبيبات بالعين أو العدسة)،  
سجل شكل الحبيبات أو أي ظواهر أخرى.
- (٢) دقيقة الحجم - قد تبدو خشنة الملمس ولكن لا ترى الحبيبات حتى باستخدام العدسة.
- (٣) متبلورة - قد تظهر اسطح انفصام أو اوجه بلورية أو قد يكون للصخر مكسر عشارى.
- ج - التركيب المعدني: -
- (١) هل الصخر اصلب أم اقل صلابة من الزجاج
- (٢) اذا كان اقل صلابة من الزجاج ضع عليه قطرة من حمض الهيدروكلوريك المخفف ولاحظ اذا كان الصخر :
- (أ) يتفاعل مع الحمض بسرعة.
- (ب) يتفاعل مع الحمض ببطء
- (ج) أو يتفاعل فقط مع مسحوق الصخر
- (٣) اذا كان لا يتفاعل مع الحمض فسجل الخواص المميزة الاخرى.
- د - تعرف على الصخر باستخدام الجدول (٣ - ٥)
- هـ - تعرف على بيئة الترسيب باستخدام جدول (٣ - ٤)

## الخطوة الرابعة: الصخور الكيميائية الحيوية أو العضوية

- أ - سجل اصل الصخر وخواصه التالية في جدول المعلومات المرفق.
- ب - حجم الحبيبات : لاحظ هل الحبيبات : -
- (١) متوسطة الحجم أو أكبر بحيث يمكن رؤية الحبيبات بالعين أو بالعدسة.
- (٢) دقيقة الحجم - قد تبدو خشنة الملمس ولكن لا ترى الحبيبات بالعين المجردة.



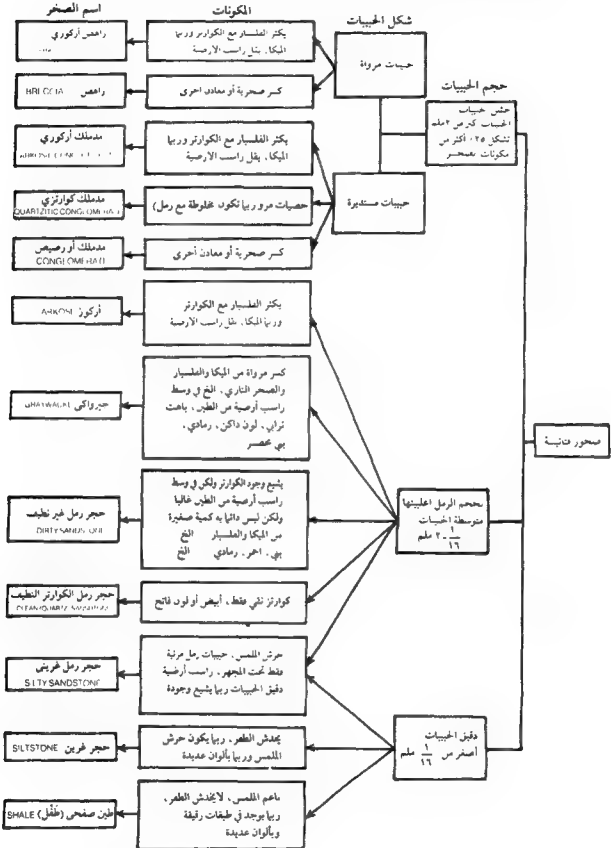
ج - المكونات:-

- ١) اختبر العينة بالحمض للتأكد من وجود الكالسيت.
- ٢) اذا وجد كالسايت فلاحظ هل ترى أي اصدا ف أو أن الصخر يبدو حبيبي (متحجب) أو متبلور عند رؤية سطحه المكسور حديثا.
- ٣) اذا لم يوجد كالسايت فسجل الخواص المميزة الأخرى.

د - تعرف على الصخر باستخدام الجدول (٣ - ٥)

هـ - تعرف على بيئة الترسيب باستخدام جدول (٣ - ٤)





جدول (٣ - ٢) التعرف على الصخور الفتاتية (عن : Fitcher and Farmer, 1977)

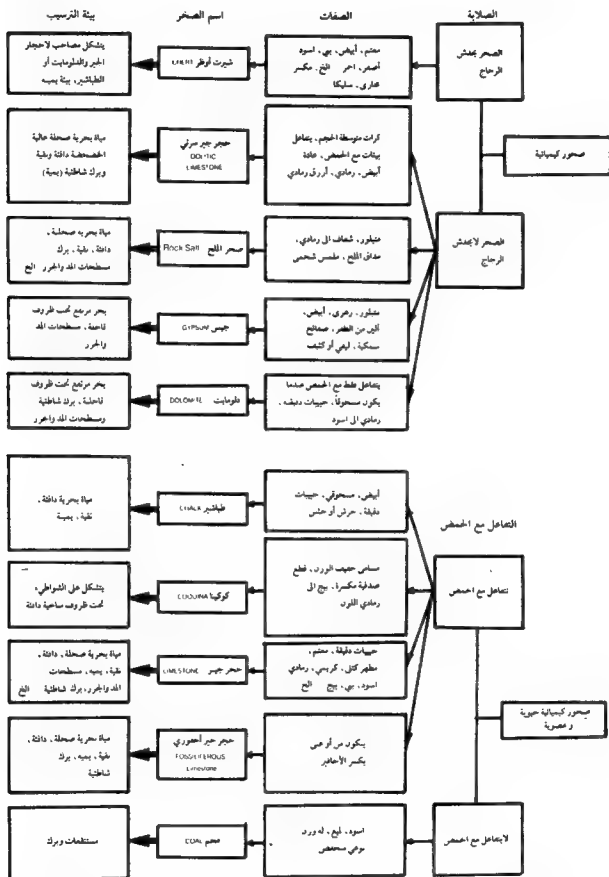
غير ناضج	تحت ناضج	ناضج	التركيب معدني
معادن عديدة ومتنوعة خاصة الفلسبارات والبيكا والكوارتز المصغرة والعطين ... الخ	وفرة الكوارتز ولكن يشيع وجود المعادن الأخرى مثل العطين والفلسبار والبيكا ... و/أو يشيع الرمل ولكن يكثف وجود الغرين والعطين أو منازل الكوارتز النقي و	كوارتز نقي (لا توجد معادن أخرى أو نادرة للغاية) و تصنيف ممتاز (حجم الرمل فقط) و استدارة ممتازة	النسيج
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>والمسحوق</p> <p>BRECCIA</p> </div> <div> <p>منازل</p> <p>Conglomerate</p> </div> <div> <p>أركوز</p> <p>ARKOSE</p> </div> <div> <p>جرىواكي</p> <p>GRAWACKE</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>منازل الكوارتز</p> <p>QUARTZ CONGLOMERATE</p> </div> <div> <p>جرى رمل وغير نظيف "DIRTY"</p> <p>SANDSTONE</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>جرى رمل الكوارتز</p> <p>QUARTZ SANDSTONE</p> </div> </div>	ألماع

جدول (٣ - ٣) يوضح درجات نضوج الأحجار الرملية

(عن : Fitcher and Farmer, 1977)

[illegible]

(Fitcher and Farmer, 1977 : عن)



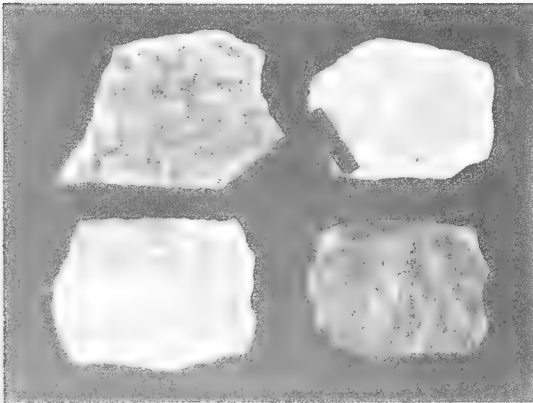
جدول (٣ - ٥) التعرف على الصخور الرسوبية الكيميائية والكيميائية الحيوية

(عن: Fitcher and Farmer, 1977)

## الباب الرابع

---

### METAMORPHIC ROCKS الصخور المتحولة







## الباب الرابع

### الصخور المتحولة

### Metamorphic Rocks

---

#### مقدمة INTRODUCTION

يعرف التحول Metamorphism بأنه العملية التي تؤدي الى تغيير صخور سابقة التكوين (رسوبية أو نارية أو متحولة ذات رتبة منخفضة الى متحولة ذات رتبة عالية) من ناحية التركيب المعدني أو النسيج أو كلا الاثنين معاً وذلك عند وقوعها تحت الظروف التالية:

- ١) الحرارة العالية وتقدر ما بين ٢٥٠ - ٩٥٠ درجة مئوية.
- ٢) الضغط في حدود ١٣٦٠٠ كيلوجرام لكل ١ سنتيمتر مربع وعند عمق حوالي ٨٥٠٠ متر.
- ٣) وفرة الشوائب النشطة كيميائية.

#### عوامل التحول : Agents of Metamorphism

##### ١) الحرارة : Temperature

توجد عدة عوامل تؤدي الى تسخين الصخر أو زيادة حرارته ومن هذه العوامل مايلي:-

- أ) الدفن حيث تزداد الحرارة مع ازدياد العمق. هذا بالإضافة الى تولد الحرارة من عمليات التثوية البانية للجبال وعمليات التصدع.
- ب) أكثر المصادر التي تؤدي الى تسخين الصخر هي الاجسام النارية التي تفتحهم الصخور المجاورة.
- ج) يؤدي النشاط الاشعاعي لبعض العناصر في باطن الارض الى توليد حرارة.

## (٢) الضغط : Pressure

ينتج الضغط عن القوي المسببة للتشوه وكذلك يزداد الضغط مع ازدياد العمق.

## (٣) السوائل النشطة كيميائياً : Chemically Active Fluids

تحتوي معظم الصهارات على كميات متفاوتة من الغازات والسوائل وعند تبلر الصهير تهرب هذه الغازات والسوائل المتبقية مخترقة الصخور المحيطة ومتفاعلة مع معادنها. ويؤدي ذلك الى اضافة عناصر جديدة الى المعادن السابقة ومن ثم تنشأ معادن جديدة مثل التريموللايت والديوبسايد والجارنت والفلورايت وغيرها من المعادن.

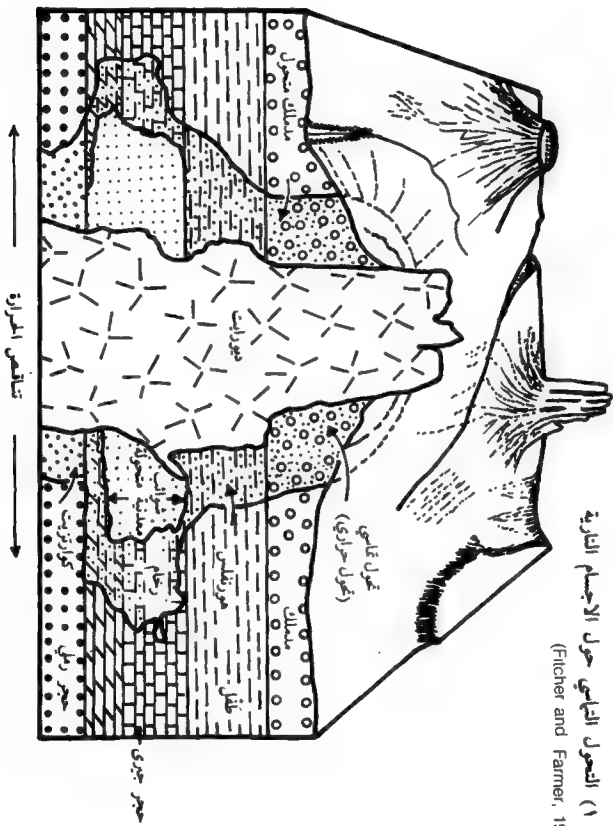
## أنواع التحول Types of Metamorphism

يحدث التحول بعده طرق ولكننا سوف نناقش هنا فقط طريقتين اساسيتين وهاتين الطريقتين اكثر طرق التحول اشاعة.

## (١) التحول التماسي Contact metamorphism

ينشأ هذا النوع من التحول في صخور مكتنفه Country rocks لاجسام نارية ومن ثم يتم تسخين هذه الصخور بواسطة الجسم الناري الملامس لها. يكون تأثير التحول التماسي أكبر حول الأجسام النارية الضخمة مثل الباثوليث Batholith ويكون أقل حول الأجسام النارية الصغيرة مثل الجدة القاطعة Dyke أو الجدة الموازية Sill أو العنق البركاني Volcanic neck. وقد يتم التحول التماسي نتيجة لاختراق الغازات الهاربة والمحاليل الحارة للصخور المحيطة والتفاعل مع مكوناتها المعدنية وذلك نتيجة للانتقال الأيوني الذي يتم بين عناصر معادن هذه الصخور وعناصر السوائل الهاربة من الجسم الناري الى الصخور المكتنفه له.

ويوضح الشكل (٤-١) أثر التحول التماسي الناتج عن عنق من الديورايت الذي اخترق مجموعة من الصخور الرسوبية. وكما هو واضح من الشكل فإن درجة التحول تقل كلما ازداد بُعْد الصخر عن الجسم الناري. وقد قسمت اختلافات التحول التي تحدث في الصخور المحيطة بالجسم الناري إلى نطق



تحولية Aureoles. ويتميز كل نطاق بتغيرات محددة في الصخور المعينة. فالنطاق الداخلي وخصوصاً حول الصخور الجيرية يحدث فيه تحول كيميائي Metasomatic Aureole بجانب تأثير الحرارة. أما النطاق الخارجي فيحدث فيه تحول حراري Thermal Aureole نتيجة لانتقال الحرارة من الجسم الناري إلى الصخر المكتنف. ويحدث التغير من نطاق تحول إلى نطاق تحول آخر تدريجياً.

ويختلف تأثير التحول الحراري باختلاف الصخر الأصلي ولكن عموماً كلما كان التركيب المعدني للصخر المكتنف الأصلي بسيطاً من معدن واحد مثلاً كلما كان ناتج التحول صخر متحول بسيط أيضاً. على سبيل المثال يؤدي التحول الحراري لحجر الرمل المكون من الكوارتز إلى تكوين صخر الكوارتزيت Quartzite حيث تؤدي الحرارة إلى إعادة تبلور فقط دون تغيير في التركيب المعدني. وكذلك يتحول حجر الجير المكون من كربونات الكالسيوم، والدلومييت المكون من كربونات الكالسيوم والماغنسيوم إلى صخر الرخام Marble. أما الطُفْل فيتحول إلى صخر سليسي دقيق الحبيبات ذو كثافة عالية وداكن اللون يسمى صخر المورنفلس Hornfels ، شكل (١-٤).

ويتضح لنا من الصخور المتحولة الثلاثة السابقة، الكوارتزيت والرخام والمورنفلس أن صخر المورنفلس هو الأهم لأنه يميز التحول التماسي أو الحراري. وكقانون عام يتحول حجر الرمل الكوارتزي إلى صخر الكوارتزيت بغض النظر عن نوع وشدة التحول كما يتحول حجر الجير والدلومييت إلى صخر الرخام بغض النظر عن نوع وشدة التحول. أما الطُفْل نتيجة لتعقيد وتنوع تركيبه المعدني (سليكون، أوكسجين، حديد، ألومنيوم، ماغنسيوم، وغيرها). فإنه يتحول إلى عدة أنواع من الصخور فتحوله التماسي يؤدي إلى تكوين المورنفلس، ولكن مع الحرارة والضغط فتحوله الاقليمي يؤدي إلى تكوين عدة أنواع أخرى مثل الادرواز والشيست.

## ٢) التحول الاقليمي Regional Metamorphism

هو التحول الكبير المقاس الذي يشمل مناطق ذات مساحة كبيرة تقاس بعشرات أو مئات الكيلومترات. كما أنه يؤثر في صخور ذات سماكة تقدر بعشرات

أو مثاث الامتار. ويتم التحول الاقليمي بسبب عاملي الحرارة والضغط والذي يحدث تأثيرهما على الصخور المعينة تحت سطح الارض وعلى أبعاد مختلفة من العمق.

وبالنظر الى الشكل (٤-٢) نلاحظ أن بعض الصخور قد تأثرت قليلاً بالتحول. مثال وحدة حجر الرمل يمكن تتبعها من نطاق التحول البسيط في يمين الشكل الى نطاقات التحول الشديد على يسار الشكل. مع أن تلك العلاقات التي ذكرناها سابقاً بسيطة الا أنها توضح مدى شدة تحمل الكوارتز للتحول وذلك بسبب تركيبه البسيط ( $\text{SiO}_2$ ) ولنفس الأسباب السابقة يظل الرخام كما هو حتى لو ارتفعت رتبة أو شدة التحول عليه. وكلا الصخرين هما وحيداً المعدن Monomineralic. وعلى العكس من ذلك فإن الصخور ذات التركيب المعدني المتنوع Multimineralic والمعقدة التركيب فإنها تُظهر اختلافات واضحة ومتدرجة في معادنها واشكال صخورها المتحولة من المناطق التي لا يوجد فيها تحول أو إن وجد فهو بسيط الى المناطق التي يبلغ عندها التحول الاقليمي أقصى درجاته.

على سبيل المثال: عند تعرض الطُفل (صخر رسوبي) لزيادة في الضغط والحرارة فإنه يتحول ببطء أولاً إلى الصخر المتحول المعروف بالاردواز Slate ثم ينتقل به التحول الى صخر الفيلاييت Phyllite، ثم الى انواع مختلفة من الشيست Schists. وأول انواع الشيست هو شيست البيوتايت Biotite schist ثم شيست الجارنيت Garnet schist ثم شيست الكيانايت Kyanite schist ثم أخيراً إلى شيست السلمنايت Sillimanite schist. وهذه الصخور الثلاثة، الاردواز والفيلاييت والشيست بالإضافة الى صخر الناييس Gneiss هي الصخور المميزة للتحول الاقليمي.

وأهم مايميز الصخور المتحولة إقليماً هو أنسجتها أو بنيتها المعدنية وهذه الخاصية تعرف بالتورق Foliation والتي تنجم عن ظهور المعادن متراسة بتوجيه محدد. وتظهر هذه الخاصية واضحة في حالة الصخور المتحولة إقليماً على عكس الصخور المتحولة بالتماس. يشير النسيج الصخري Rock texture الى هيئة وتركيب الصخر المأخوذة من حجم و شكل وترتيب وتوزيع حبيباته المعدنية ضمن النطاق الصخري.



نتيجة للتحول الاقليمي تتكون معادن جديدة معظمها صفائحية Platy أو قضيبية الشكل Rod-like وعند تعرض هذه المعادن للضغط اثناء التحول تبدأ في ترتيب وتراص نفسها بحيث تُصَطَف في إتجاه أقل ضغطاً ويتج عن ذلك صخر له نسيج مميز. ويعرف في هذه الحالة بالتورق Foliation وتدعى صخور هذه المجموعة بالصخور المتورقة Foliated rocks.

### أنسجة الصخور المتحولة Textures of Metamorphic Rocks

يمكن تقسيم الصخور المتحولة الى ثلاثة انواع على حسب أنسجتها (ترتيب الحبيبات المعدنية مع بعضها البعض) إلى :-

#### ١ ( متورقة Foliated

تتكون هذه الصخور من نسبة عالية من المعادن الصفائحية الميكا وتكون معادنها مرتبة ومتوازية (شكل ٤ - ١٣).

#### ٢ ( مخططة Lineated

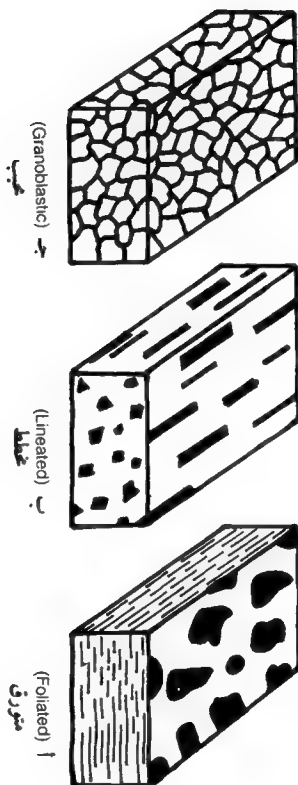
تتكون هذه الصخور من نسبة عالية من المعادن، القضيبية الشكل Rod-like أو المتطاولة أو الليفة والتي تأخذ ترتيب خطى بحيث تشير محاورها الطويلة إلى إتجاه واحد. (شكل ٤-٣ ب).

#### ٣ ( محببة Granoblastic

تتكون هذه الصخور من معادن حبيبة ليست صفائحية أو متطاولة مثل الكوارتز أو الكالسايت. وتشكل معادنها فيما بينها حبيبات متلاصقة معشقة مع بعضها البعض. (شكل ٤-٣ ج).

يقتصر وجود الصخور المتورقة والمخططة في التحول الاقليمي فقط لأنها ناتجة عن الضغط والحرارة. كما أن التركيب المعدني لهذه الصخور غالباً ما يكون معقداً بحيث يتكون الصخر الواحد من أكثر من معدن Multimineralic. هذا بالإضافة الى أن التركيب المعدني لهذه الصخور يتغير بتغير درجات الضغط والحرارة.

وتنشأ الصخور المحببة أو الحبيبية بواسطة التحول التماسي أو الاقليمي. والسبب الأساسي في ذلك ان تلك الصخور تتركب في الغالب من معدن واحد



شكل (٤ - ٣) أنسجة الصخور المتحولة (من: Fitcher and Farmer, 1977)



Monomineralic مما يؤدي ذلك الى عدم تكون معادن صفائحية أو متطاولة تعطى النسيج المتورق أو المخطط. ويستثنى من ذلك صخر المورنفلس فقط من بين الصخور الحبيبية لأن تكوينه يقتصر على التحول التبايني.

## تقسيم الصخور المتحولة Classification of Metamorphic Rocks

تقسم الصخور المتحولة على أساسين هما:

- ١ ( النسيج الصخري وهو الأهم .
- ٢ ( التركيب المعدني وبلي النسيج الصخري في الأهمية .

في حالة الصخور الحبيبية أو المحببة يمكن التعرف عليها مباشرة وذلك من نسيجها وتركيبها المعدني الذي لا يتغير بتغير رتبة أو شدة التحول. اما التصنيف على اساس النسيج والتركيب المعدني فله أهمية كبرى في التعرف على الصخور المتورقة أو المخططة.

معظم الصخور المتحولة المتورقة أو المخططة تكون احد الانواع التالية:

### ١ ( الاردواز Slate

صخر متحول دقيق الحبيبات جداً، صلب به خاصية الانقسام Cleav- age حيث ينكسر في اسطح مستوية متوازية لملاء.

### ٢ ( الفيللايت Phyllite

صخر متحول ذو حبيبات دقيقة لا ترى بالعين المجردة ولكنها اكبر من حبيبات الاردواز، له لمعان بسبب وجود معادن الميكا والكلورايت.

### ٣ ( الشيست Schist

صخر متحول ذو تورق أو تخطط واضح يمكن رؤية معادنة بالعين المجردة. واهم معادنة هي الميكا والكوارتز والفلسبار والكلورايت وغيرها الخ. وهذه المعادن موجودة بشكل احزمة متراصة وذات ترتيب جيد التوجيه.

### ٤ ( الناييس Gneiss

صخر متحول خشن الحبيبات به احزمة Bands مكونة من معادن داكنة مثل الميكا والمورنبلند، متبادلة مع احزمة من معادن فاتحة اللون مثل

## الكوارتز والفلسبار.

ويلاحظ أن معدن الكلورايت يكثر وجوده في كل من صخري الاردواز والفيللايت. أما صخور الشيست والنايس فمن الممكن وجود أكثر من معدن فيها حيث يتغير تركيبها المعدني بتغير درجة رتبة التحول. لذلك فإن صخور الشيست والنايس تظهرُ بأكثر من نسيج وشكل معتمدة في ذلك على تركيبها المعدني.

## معادن الصخور المتحولة Metamorphic Minerals

كما هو معروف أن لكل معدن نطاق معين من درجات الضغط والحرارة والثبات الكيميائي وخارج هذا النطاق لا يتكون المعدن أو قد يتفاعل ليُكوّن معدن آخر. لذلك عند زيادة درجات الحرارة والضغط تبدأ المعادن السابقة التكوين في التغير تدريجياً إلى معادن أخرى أكثر ثباتاً تحت الظروف الجديدة.

ونتيجة لتغير المعادن تتغير كذلك الصخور. لذلك نجد أن الصخور المتحولة تتركب أساساً من مجموعتين من المعادن:

(أ) معادن متبقية Relict Minerals في الصخر المتحول أصلها في الصخر قبل التحول.

(ب) معادن تكونت أثناء ونتيجةً للتحول.

الكوارتز على سبيل المثال يظل ثابتاً جداً ولا يتغير تحت أعلى درجات التحول. وعلى العكس من ذلك فإن معادن الطين تتحول إلى معادن جديدة (مثل معدن الكلورايت) تختلف باختلاف ظروف التحول.

وتوضح القائمة التالية أهم المعادن الشائعة في الصخور المتحولة:

- |            |               |                     |              |
|------------|---------------|---------------------|--------------|
| ١) كوارتز  | ٢) كالسايت    | ٣) فلسبار           | ٤) كلورايت   |
| ٥) بيوتايت | ٦) مسكوفاييت  | ٧) جارنت (المنداين) | ٨) اشترولايت |
| ٩) كيانايت | ١٠) سلمينايت. |                     |              |

بالإضافة إلى المعادن السابقة فقد توجد المعادن التالية في بعض الصخور المتحولة وهذه المعادن كالتالي:

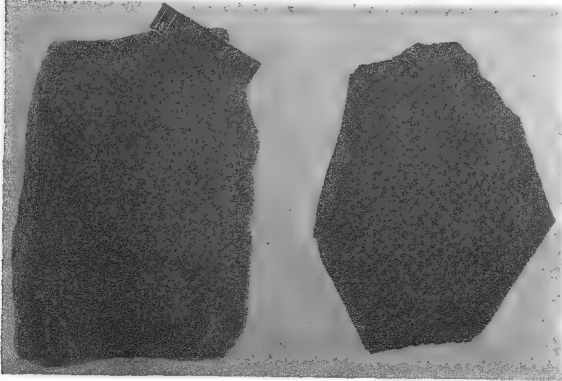
(١) تَلْك	(٢) جرافايت (٣) ابيدوت (٤) تريمولايت
(٥) اكينولايت (٦) ولستونايت (٧) كورديرايت (٨) اندلوسايت	(٩) كورندم

## وصف أهم الصخور المتحولة Description of Metamorphic Rocks

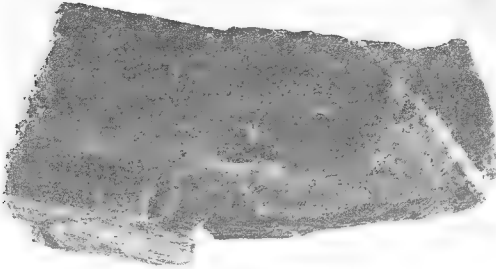
### أولاً: الصخور المتورقة Foliated Rocks

#### (١) الاردواز Slate

صخر متحول دقيق الحبيبات ومتورق (شكل ٤-٤). ويعرف هذا التورق بالانقسام الاردوازي Slaty cleavage. وينتج هذا الصخر من تعرض صخور الطين الصفحي Shales للتحويل المنخفض. ونتيجة لهذا التحويل تتحول معظم معادن الطين الى بلورات ميكا دقيقة الحجم. ويمكن في كثير من صخور الاردواز ملاحظة أثر الترقق الاصلي وذلك من خلال التغير في لون أو في حجم حبيبات الصخر.



شكل (٤ - ٤) الاردواز Slate (تصوير : مشرف)



شكل (٤ - ٥) الفيللايت Phyllite (تصوير : مشرف)

ومن اهم المعادن المكونة لصخور الاردواز هي الكوارتز والكلورايت والمسكوفاييت ولكنها توجد على هيئة بلورات دقيقة جداً لا يمكن تمييزها الا باستخدام مجهر عالي التكبير. كما تمتاز صخور الاردواز بانها قاسية وكثيفة لكنها قصفية أو انكسارية Brittle ولها عدة ألوان مثل الرمادي والأسود والأحمر والأخضر.

#### ٢) الفيللايت Phyllite

صخور متحول متورق يشبة الى حد كبير صخور الاردواز الا أن صخور الفيللايت ينتج من تعرض صخور الاردواز الى رتبة تحول أعلى من تلك التي نتج عنها تكوين الاردواز، ومن ثم تظهر بلورات أو حبيبات صخور الفيللايت اكبر من حجم بلورات أو حبيبات صخور الاردواز شكل (٤-٥). وتمتاز صخور الفيللايت بأن لها لمعان أو بريق يظهر على مستويات تورقاتها.

#### ٣) الشيست Schist

صخور الشيست هي صخور متحولة بها تورق ناتج من الترتيب التوازي لبلورات كبيرة من المعادن الصفائحية أو المتطاولة. (شكل ٤-٦). ومن المعادن الأساسية المكونة لهذه الصخور الكلورايت والمسكوفاييت والبيوتايت والتلك

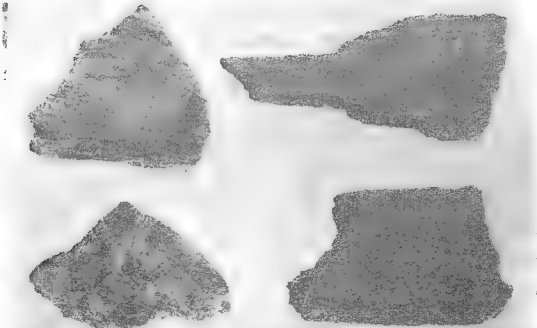
والمورنبلند بالإضافة الى معادن اخرى اضافية مثل الكوارتز والجارنت والفلسبار التي توجد بكمية بسيطة جدا.

تقسم صخور الشيست إلى انواع وذلك اعتماداً على اهم المعادن الموجودة فيها . ومن اكثر انواع الشيست انتشاراً شيست الكلورايت Chlorite schist وشيست المسكوفاييت Muscovite schist وشيست المورنبلند والميكا Hornblende - micaschist . الذي يجمع بين تلك الصخور بغض النظر عن اختلاف تركيبها المعدني هو وجود خاصية التورق الناتجة من الترتيب المتوازي للمعادن الصفائحية أو المتطاولة .

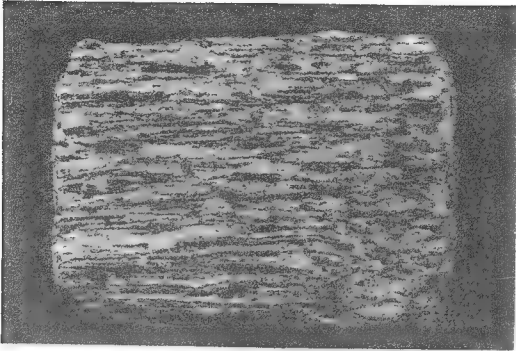
#### ٤) الناييس Gneiss

وهو صخر متحول متورق . وخاصية التورق في صخور الناييس مكتسبة من تبادل أحزمة Bands or layers مختلفة التركيب المعدني . ويشكل الفلسبار والكوارتز المعادن الاساسية بالإضافة الى معادن اضافية اخرى مثل الميكا والامفيبول ومعادن الحديد والمغنسيوم (شكل ٤-٧) .

ويتشابه صخر الناييس مع صخر الجرانيت الناري في التركيب المعدني ولكن يمتاز



شكل (٤ - ٦) الشيست Schist (تصوير : مشرف)



شكل (٤ - ٧) الناييس Gneiss (عن: Stokes and Judson, 1968)

الاول بأن له نسيج متورق. كما يظهر التورق في صخور الناييس على شكل احزمة شبة متصلة من المعادن الفاتحة متبادلة مع احزمة من المعادن الداكنة. وعادة ماتكون هذه الاحزمة واضحة الرؤية وفي معظم الحالات تكون مطوية أو ملتفة حول بعضها البعض. وتعتبر صخور الناييس من اكثر الصخور المتحولة انتشارا. وقد تكونت هذه الصخور بدرجات تحول عالية الرتبة من صخور نارية كصخور الجرانيت أو من صخور متحولة ذات رتب تحول منخفضة أو من صخور رسوبية.

#### ثانيا: الصخور غير المتورقة Nonfoliated Rocks

##### (١) المورنفلس Hornfels

صخر متحول عديم التورق وهو متوسط أو دقيق الحبيبات، تكون بواسطة التحول الحرارى. وهذا الصخر يفتقد خاصية الانقسام والتورق (شكل ٤-٨). كما أن معظم صخور المورنفلس هي صخور نتجت من تعرض بعض الصخور الدقيقة الحبيبات للتحول وعامة تمتاز بالوانها الداكنة.

##### (٢) الكوارتزاييت Quartzite

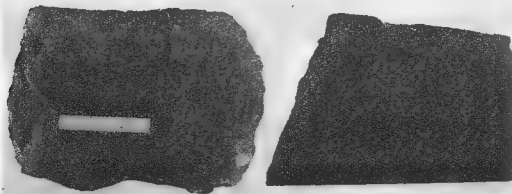
صخر متحول غير متورق، يتركب أساساً من معدن الكوارتز ولكن بعض انواع الكوارتزيت تحتوي على معادن اخرى مثل الميكا والجارنت وغيرها ولكن بنسب ضئيلة. (شكل ٤-٩).

وحجم حبيبات صخر الكوارتزيت دقيقة إلى خشنة كما أنها معشقة ومتلاصقة بدرجة عالية بحيث أنه عندما يكسر الصخر يتم الكسر عبر الحبيبات نفسها وليس فيما بينها. وتتج صخور الكوارتزيت النقي من أحجار رمل الكوارتز والتي تحتوي على نسبة عالية من الكوارتز. وبالرغم من أن صخور الكوارتزيت غير متورقة إلا أن بعضها يوجد بها ما يشبه التورق أو التطبق المتبقى Relict bedding. ويعتبر صخر الكوارتزيت من الصخور ذات المعدن الواحد Monomineralic.

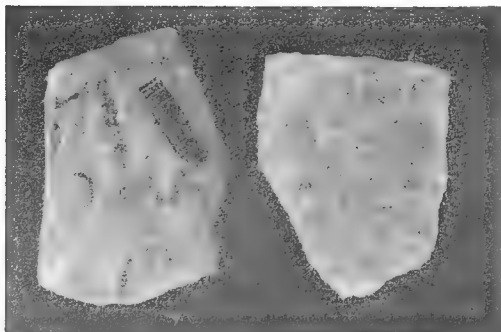
### (٣) الرخام Marble

صخر متحول غير متورق يتركب أساساً من معدن الكالسيت أو الدولومايت وحجم حبيباته كبيرة، حيث يتكون الصخر من بلورات كبيرة متلاصقة ومعشقة التبلور Intercrystalline مع بعضها البعض (شكل ٤-١٠). وقد تظهر بعض الأحزمة أو الخطوط المكونة من شوائب معدنية وذلك في بعض صخور الرخام التي تعرضت لتشوه شديد أثناء التحول.

كما تظهر صخور الرخام بالوان متعددة مثل الابيض والرمادي والوردي أو الاسود. وتتشابه صخور الرخام مع احجار الجير لكونها قليلة الصلابة، كما تتفاعل مع حمض

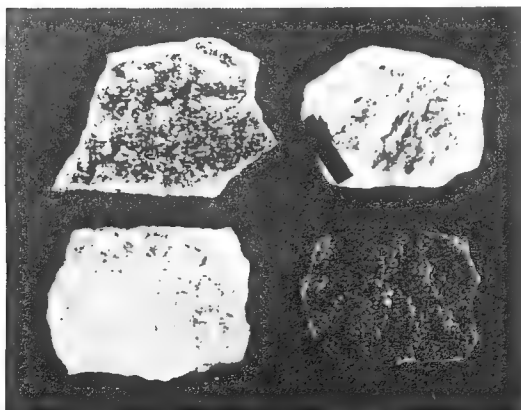


شكل (٤ - ٨) الهورنفلس Hornfels (تصوير : مشرف)



شكل (٤ - ٩) الكوارتزيت Quartzite (تصوير : مشرف)

الهيدروكلوريك . ويعتبر صخر الرخام من الصخور ذات المعدن الواحد Monomineralic أو وحيدة المعدن .



شكل (٤ - ١٠) الرخام Marble (تصوير : مشرف)



## تمرين Exercise

## التعرف على الصخور المتحولة

حان الآن الوقت لكي تطبق المعلومات التي تعرفها عن النسيج والتركيب المعدني للصخور المتحولة واستخدم هاتين الخاصيتين في التعرف على الصخور المتحولة حتى يمكنك تصنيفها.  
اتبع الخطوات التالية :

١ ( خذ مجموعة الصخور المتحولة التي سوف يوفرها لك المعلم.  
٢ ( اختر عينة صخرية من المجموعة المقدمة ثم اتبع الخطوات التالية وسجل المعلومات التي تستنتجها في جدول المعلومات المرفق:  
أ ( النسيج - هل النسيج متورق، مخطط أو محبب. وكذلك لاحظ حجم الحبيبات.

ب) التركيب المعدني - هل الصخر مكون من معدن واحد. اذا كان كذلك ما هو المعدن. اذا كان الصخر مكون من اكثر من معدن حاول التعرف على اكبر قدر من المعادن باستخدام عدسة أو مجهر.  
ج) افحص الصخر ولاحظ أي خواص تمكنك من التعرف على الصخر مثل وجود الانفصام واللون والبريق والتفاعل مع الحمض - وغيرها من الخواص المميزة للصخور المتحولة.

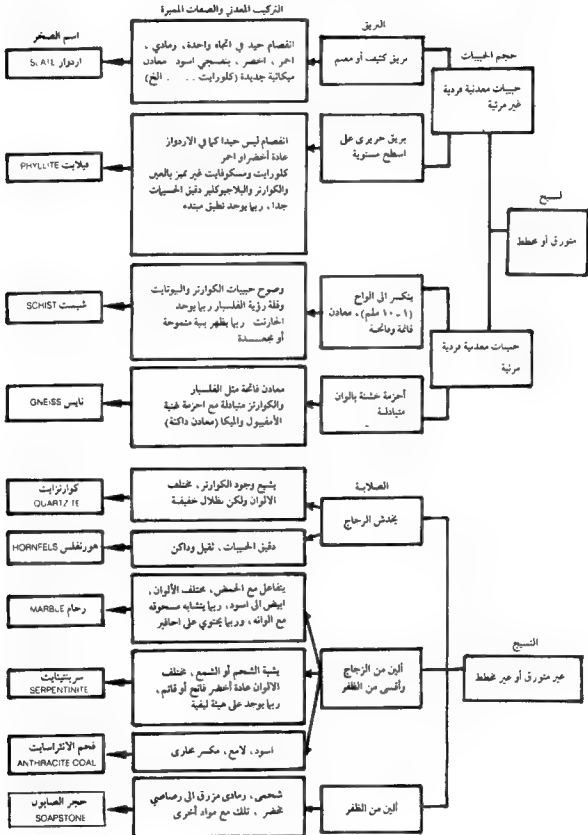
د ( تعرف على الصخر باستخدام الجدول (٤ - ١).  
هـ) صخر المصدر - حاول التعرف على صخر المصدر. يجب ملاحظة أن التركيب المعدني للصخور المتحول قد يكون كبير الاختلاف. ويعتمد على:

١) هل تعرض الصخر للتحول الكيميائي Metasomatism أم لا.  
٢) رتبة التحول - هل هي منخفضة أو متوسطة أو عالية.  
عموما يمكن استخدام الجدول (٤ - ٢) في معرفة الصخر الاصيلي.

و) نوع التحول - قد يكون اقليمي كما في كل الصخور المتورقة

والمخططة بالإضافة الى بعض الصخور المحببة الغير متورقة فيما عدا  
صخر الهورنفلس . وقد يكون التحول تماسي كما في كل الصخور  
الغير متورقة فيما عدا السربنتينيت . وحجر الصابون (التُّلْك).

٣ ( اسأل المعلم عن صحة تعرفك على الصخر.



النسيج	الصخر المتحول الناتج	الصخر الاصلي
متورق أو مخطط	اردواز فيلاييت شيسيت نايس جرافايت	الطين الصفحي (الطُفل) الطين الصفحي الطين الصفحي الطين الصفحي الاركونوز الجريواكسي الجسرايت فحم الانثراسيت
محبب أو غير متورق	هورنفلس كوارتزيت حجر الصابون سربتينايت فحم الانثراسايت	الطين الصفحي حجر رمل الكوارتز صخور نارية قاعدية صخور نارية قاعدية فحم بيتوميني

جدول (٤ - ٢) أصول الصخور المتحوّلة

## **الباب الخامس**

---

**الزمن الجيولوجي وعلم الاحافير**

**GEOLOGIC TIME AND PALAEONTOLOGY**



## الباب الخامس

### الزمن الجيولوجي وعلم الأحافير

### Geologic Time and Palaeontology

#### مقدمة INTRODUCTION

مرّت الأرض منذ تكونها قبل حوالي ٤٥٠٠ مليون سنة بالعديد من الأحداث الجيولوجية مثل تكوين المحيطات والقارات وبناء الجبال . وعند محاولة ترتيب أحداث تكوين صخور الأرض فإننا نحتاج الى مقياس لحساب الزمن الجيولوجي Geologic Time Scale ولهذا الغرض وضع هذا المقياس . وهناك عدة طرق لتحديد أعمار صخور القشرة الأرضية . فالصخور النارية والمتحولة يمكن تحديد أعمارها باستخدام الطرق الإشعاعية ، أما الصخور الرسوبية فيتم تحديد أعمارها بواسطة الأحافير الموجودة فيها . وحيث أن موضوع هذا الباب هو الزمن الجيولوجي وعلم الأحافير لذلك سنناقش فيما يلي هذا الموضوع بشيء من التفصيل .

#### الزمن الجيولوجي Geologic Time

تتكون الوحدات الصخرية من مجموعة طبقات تكونت خلال مدى معين من الزمن الجيولوجي Geologic Time ويقسم التابع الصخرى على اساس درجة تجانس مكوناته الصخرية إلى :

١	المجموعة	Group
٢	المتكون	Formation
٣	العضو	Member
٤	الطبقة	Bed

الوحدة الزمنية هي المدى الذي تكونت خلاله الوحدة الصخرية وتحدد الوحدة

الزمنية بالاعتماد على الأحافير التي عاشت في فترة زمنية محددة. وتصنف الوحدة الزمنية الى اجزاء حسب التقسيم الوارد في شكل (١-٥) وهي:

- (١) الأبد Eon
- (٢) الحقب Era
- (٣) العصر Period
- (٤) الحين Epoch
- (٥) الألوان Age

#### (١) الأبد Eon

هو اطول مرحلة من مراحل الزمن الجيولوجي ولا يقل المدى الزمني للأبد عن عدة مئات وقد يصل الى الف أو اكثر من ملايين السنين. وقد قسم الزمن الجيولوجي الى ثلاثة آباء وهي:

#### (أ) أبداً للحياة Azoic Eon

وهو أقدم الأبد ويبدأ منذ تكون الأرض (قبل ٤٦٠٠ مليون سنة) الى ما قبل ٣٠٠٠ مليون سنة أي بديمومة مقدارها ١٦٠٠ مليون سنة. وصخور هذا الأبد عبارة عن صخور نارية متحولة مطوية ومشوهة بدرجة عالية ولم يعثر في هذه الصخور على أي آثار للحياة القديمة حتى الآن وربما يتم الكشف عن آثار للحياة في صخور هذا الأبد مستقبلاً.

#### (ب) أبداً للحياة الخافتة Cryptozoic Eon

هو ثاني أبداً في الزمن الجيولوجي ويبلغ مداه الزمني نحو ٢٦٠٠ مليون سنة. وصخور هذا الأبد عبارة عن صخور نارية وصخور متحولة بشدة مع قليل من الصخور الرسوبية. بعض الصخور الحديثة نسبياً من هذا الأبد بها شواهد تدل على اشكال بدائية من الحياة وبالإضافة لذلك فقد وجدت في صخور هذا الأبد بعض الأحافير للطحالب الجيرية. ويقسم أبداً الحياة الخافتة الى حقبين هما حقب الأركي Archean Era والحقب البدائي

Proterozoic Era



Phanerozoic Eon **ج) أبد الحياة الظاهرة**

هو ثالث وآخر آباء الزمن الجيولوجي. بدأ هذا الأبد قبل ٥٧٠ مليون سنة ومازال مستمرا الى وقتنا الحالي. ويتميز هذا الأبد بأن معظم صخوره رسوبية تحتوي على أحافير للكائنات التي كانت تعيش خلال هذا الأبد. ويقسم أبد الحياة الظاهرة الى ثلاثة أحقاب هي حقبة الحياة القديمة وحقبة الحياة المتوسطة وحقبة الحياة الحديثة.

**٢) الحقب Era**

هو ثاني أطول مرحلة من مراحل الزمن الجيولوجي والحقب هو أكبر الوحدات الزمنية الأكثر استخداما. ويقاس مداه بعشرات الملايين من السنين أو بعدد قليل من مئات السنين. لقد قسم أبد الحياة الظاهرة الى ثلاثة أحقاب على أساس التغير في أنواع الكائنات التي كانت تعيش في نهاية كل حقبة كما قسم الحقب الى عدة عصور تعكس الأحداث الجيولوجية ونوع الكائنات الحية التي كانت تسود كل عصر وايضا اختلاف البيئة الناتج من ارتفاع القارات فوق سطح البحر وانخفاضها. واقسام الأحقاب هي:

**أ) حقبة الحياة القديمة Palaeozoic Era**

بدأ هذا الحقب قبل ٦٠٠ مليون سنة وانتهى قبل ٢٢٥ مليون سنة مضت من عمر الأرض أي بديمومة مقدارها ٣٧٥ مليون سنة، ويحتوي حقبة الحياة القديمة على ستة عصور هي من الأقدم الى الأحدث: العصر الكامبري والوردوفيشي والسيلوري والديفوني والكربوني وأحدثها العصر البرمي.

**ب) حقبة الحياة المتوسطة Mesozoic Era**

بدأ هذا الحقب قبل ٢٢٥ مليون وانتهى قبل ٦٥ مليون سنة مضت من عمر الأرض أي بديمومة مقدارها ١٦٠ مليون سنة ويحتوي دهر الحياة المتوسطة على ثلاثة عصور هي من الأقدم الى الأحدث: الترياسي والجوراسي وأحدثها الكريتاسي.

## ج) حقبة الحياة الحديثة Cenozoic Era

بدأ هذا الحقب قبل ٦٥ مليون سنة مضت من عمر الأرض ومازال مستمراً إلى الآن. ويقسم حقب الحياة الحديثة إلى عصرين هما العصر الثلاثي Tertiary والعصر الرباعي Quaternary. وقسم العصر الثلاثي إلى خمس أحيان هي الباليوسين والايوسين والاوليجوسين والمايوسين والباليوسين أما العصر الرباعي فقسم إلى حينين هما البلايستوسين والهولوسين أو الحديث. هناك تقسيم آخر للعصر الثلاثي حيث قسم إلى عصرين هما الباليوجين Paleogene والنيوجين Neogene. يضم عصر الباليوجين أحيان الباليوسين والايوسين والاوليجوسين. أما عصر النيوجين فيضم أحيان المايوسين والباليوسين.

## ٣) العصر Period

وهي الوحدة الزمنية الأساسية الأكثر تداولاً لقياس الزمن الجيولوجي. ولقد تم تقسيم الأحقاب إلى عصور على أساس التغيرات الحياتية وهي ظهور أو تطور كائنات حية لتلائم وتتكيف مع البيئة الجديدة وكذلك بعض الأحداث الجيولوجية مثل بناء الجبال وتكوين القارات.

يتراوح المدى الزمني لكل عصر ما بين ٢٥ مليون سنة و ٩٠ مليون سنة أي بمعدل ٥٠ مليون سنة ماعدا العصر الرباعي الذي يقل مداه عن ٢ مليون سنة وهذا المدى لا يكفي لتطور الحياة. ويمتاز العصر الرباعي بظهور الإنسان وتغير المناخ وزحف الجليد.

## ٤) الحين Epoch

هو وحدة زمنية أصغر من العصر. وتحدد حدود الحين حسب درجة تشابه محتواه من الكائنات الحية بالاحياء الموجودة حالياً. ويبلغ متوسط المدى الزمني للحين ١٥ مليون سنة. (شكل ٥ - ١).

## ٥) الأوان Age

وهو أصغر وحدة زمنية في السلم الزمني. ويعتمد تحديده على مزيد من التفاصيل في التغيرات الحياتية والطبيعية ويتراوح مداه الزمني من ٣ إلى ١٠ مليون سنة.

أبد Eon	حقب (عصر) Era	عصر Period	حين Epoch	أهم أنواع الحياة	السلم الزمني ٠ مليون سنة
أبد الحياة الطائفة والمروقة Phanerozoic Eon	حقب الحياة الحديثة Cenozoic Era	الرباعي Quaternary	الحديث Recent البلايستوسين Pleistocene	عصر الإنسان	٠.١ - ١.٦
		الثلاثي Tertiary	البلايوسين Pliocene	عصر الماموث	٠.٣ - ٢.٤
			المايوسين Miocene	عصر الحيوانات العصرية	٢.٤ - ٣.٧
			الأولييجوسين Oligocene	عصر أكلات العشب	٣.٧ - ٥.٨
			الأيوسين Eocene	عصر الثدييات الضخمة	٥.٨ - ٦.٦
			الباليوسين Paleocene	عصر الحيتان الأولى	٦.٦ - ١٤.٤
	حقب الحياة القديمة Mesozoic Era	الكريتاوي أو الكريتاوي Cretaceous		عصر الديناصور الأخير	١٤.٤ - ٢٠.٨
		الجوراسي أو الجوراسي Jurassic		عصر الديناصور المتوسط	٢٠.٨ - ٢٤.٥
		التراسي أو الثالث Triassic		عصر الديناصور الأول	٢٤.٥ - ٢٨.٦
	حقب الحياة القديمة Palaeozoic Era	البرمي Permian		عصر الزواحف الأولية	٢٨.٦ - ٣٦٠
		الكربوني Carboniferous		عصر البرمائيات والمستنقعات	٣٦٠ - ٤٠.٨
		الديفوني Devonian		عصر الأسماك	٤٠.٨ - ٤٣.٨
		اليلوري Silurian		عصر العقارب المائية	٤٣.٨ - ٥٠.٥
		الوردوفيشي Ordovician		عصر الرخويات العملاقة	٥٠.٥ - ٥٧٠
أبد الحياة الحافية Cryptozoic Eon	البداية Proterozoic				٥٧٠ - ٢٥٠٠
	العتيقة Archeozoic				٢٥٠٠ - ٤٦٠٠

(شكل ٥ - ١) مقياس الزمن الجيولوجي

## الوحدات الزمنية الصخرية Time-rock units

الوحدات الزمنية الصخرية هي طبقات الصخور التي تكون خلال مدى معين من الزمن الجيولوجي. ويُرجَّع إلى هذه الوحدات الهامة دائماً عند تأريخ الصخور وتنسيبها. تستعمل الوحدات العليا في تسلسل الوحدات الزمنية الصخرية كلغة جيولوجية عالمية مشتركة. إلا أنه كلما تدنى مستوى موقعها في التسلسل يقل تداولها على المستوى العالمي، إلى أن يصبح استعمالها محصوراً في مواقعها المحلي والمنطقة المحيطة به.

### تقسم الوحدات الزمنية الصخرية إلى:

(١) النظام System وهو طبقات من الصخور تكونت خلال المدى الزمني الجيولوجي المعروف بالعصر Period. ووحدة النظام هي أكثر وحدة معروفة في تصنيف الوحدات الزمنية الصخرية. ويعتمد في تسمية النظام على نوع الصخر الغالب في القطاع النموذجي أو على تسمية محلية جغرافية حيث وجد القاطع النموذجي. ويضاف لاسم المكان الجغرافي كلمة متكون Formation أو يضاف لها اسم ونوع الصخر الغالب في القطاع النموذجي.

(٢) النسق Series وهو طبقات من الصخور تكونت خلال المدى الزمني الجيولوجي المعروف بالحقبة Epoch وللنسق اسم جغرافي وقاطع نموذجي.

(٣) النمط Stage وهو طبقات من الصخور تكونت خلال المدى الزمني الجيولوجي المعروف بالأوان Age. والنمط من أهم الوحدات الزمنية الصخرية العملية. وللنمط قاطع نموذجي. ويفضل أن يعطى اسماً جغرافياً في جوار قطاعه النموذجي. وللنمط حدوداً زمنية حتى لو امتدت الوحدة خارج موقعها النموذجي.

## الوحدات الطباقية الحيوية Biostratigraphic Units

الوحدة الطباقية الحيوية هي مجموعة من الطبقات يوجد فيها بينها أنواعاً معينة من الأحافير. والوحدات الطباقية الحيوية تشمل:

### (١) نطاق التجمع Assemblage Zone

وهو مجموعة طبقات تتميز بوجود مجموعة مشتركة معينة من الأحافير. تستند

وحدة نطاق التجمع على قطاع نموذجي ولها اسم واضح تذكر فيه المجموعة الهامة من الأحافير المشتركة. وتكتسب هذه الوحدة اسمها من اسم واحدة أو أكثر من الأحافير الهامة مضافاً إليها كلمتي Assemblage zone.

## (٢) نطاق المدى Range Zone

وهو مجموعة من الطبقات التي تمثل المدى الكلي لنوع Species أو جنس Genus من الأحافير. وتكتسب هذه الوحدة اسمها من اسم الأحفورة التي يتعين تحديد حدود النطاق بواسطتها.

منذ بداية الحياة وحتى الوقت الحاضر ظهرت مجموعات ضخمة من الحيوانات والنباتات، بعضها اكمل مسيرة حياته وبعضها لم يبق على قيد الحياة فأنقرض خلال فترة زمنية معينة. والفترة الزمنية التي عاشتها الحيوانات أو النباتات تسمى النطاق الزمني، وتحسب تلك الفترة الزمنية بملايين السنين ويوضح الشكل (٢-٥) المدى الزمني للحيوانات والنباتات التي عاشت في الماضي والتي لازالت أحفادها موجودة حتى الآن.

## التاريخ الجيولوجي العام والتاريخ الجيولوجي للمملكة العربية السعودية. General Geologic History and General Geologic History of the Kingdom of Saudi Arabia

### أ - حقبة ما قبل الكامبري Pre-Cambrian Era

لقد درج الجيولوجيون على إطلاق كلمة ما قبل الكامبري على كل صخور الأرض التي يعود تاريخها إلى ما قبل عصر الكامبري (٦٠٠ مليون سنة) ويشتمل هذا الحقب على أنواع مختلفة من الصخور النارية والصخور المتحولة بشدة. وصخور هذا الحقب تعرضت لعدة فترات من التشويه فلذا تكون هذا الصخور مطوية ومتصدعة بشدة. بعض الصخور الحديثة من حقبة ما قبل الكامبري تحتوي على أدلة غير مباشرة عن وجود الحياة مثل وجود الجرافايت في بعض صخور هذا الحقب. في نهاية هذا الحقب بدأت تزدهر الحياة البحرية حيث وجدت أحافير الطحالب الجيرية. ومن المحتمل أن معظم الحيوانات في نهاية هذا الحقب كانت



بدون أجزاء صلبة مثل الديدان حيث لم تحفظ سوى آثار تلك الكائنات .

تظهر صخور ما قبل الكامبري في المملكة العربية السعودية في الجزء الغربي وتمتد شمالاً وجنوباً وتعرف بصخور الدرع العربي وهي صخور نارية ومتحولة وبعض الصخور الرسوبية وعمرها حوالي ١٥٠٠ مليون سنة .

(ب) حقبة الحياة القديمة Palaeozoic Era  
ويشمل العصور التالية :

#### (١) العصر الكامبري Cambrian Period

اشتق اسم هذا العصر من الاسم القديم لمقاطعة ويلز التي كانت تعرف بكامبريا Cambria في بريطانيا حيث يظهر قطاع جيد لصخور هذا العصر . بدأ هذا العصر منذ ٥٧٠ مليون سنة وانتهى قبل ٥٠٠ مليون سنة أي بديمومة قدرها ٧٠ مليون سنة .

معظم صخور العصر الكامبري ترسبت في بيئة بحرية ضحلة مكونة أساساً من الأحجار الرملية والجيرية والطفل . وفي هذا العصر كانت تعيش أنواع مختلفة من جميع أنواع الحيوانات فيما عدا الفقاريات . ومن أهم الأحافير في هذا العصر ثلاثية الفصوص Trilobites .

تتكشف صخور العصر الكامبري بوضوح في المملكة العربية السعودية على امتداد الحافة الشمالية للدرع العربي وحتى الأردن شمالاً . وقد سميت هذه الصخور بمتكون الساق وذلك كنية بجبل ساق والواقع في منطقة القصيم . وعامة تتكون صخور هذا العصر من حجر الرمل .

#### (٢) العصر الأوردوفيشي Ordovician Period

اشتق اسم هذا العصر من اسم قبيلة أوردوفيس Ordovices وهي قبيلة قديمة كانت تعيش في وسط ويلز بريطانيا . بدأ هذا العصر منذ ٥٠٠ مليون سنة وانتهى منذ ٤٣٥ مليون سنة أي بديمومة قدرها ٦٥ مليون سنة . وتمتاز صخور الأوردوفيشي بأنها صخور بحرية النشأة وسميكة وتحتوي على أحافير لأنواع وأجناس عديدة من الحيوانات . ومن أهم الكائنات التي كانت تعيش في ذلك الزمن الحطيات Graptolites التي بلغت قمة ازدهارها في ذلك العصر وتعتبر أحافير الحطيات من أهم أحافير العصر الأوردوفيشي . بالإضافة للحطيات توجد في صخور الأوردوفيشي أحافير لأجناس عديدة من ثلاثية الفصوص وعضديات القدم Brachiopods والرخويات Mollusca والزنبقيات Crinoids . وامتاز هذا العصر بظهور المرجان الرباعي Rugosa والصفائحي Tabulata . تتكشف صخور العصر الأوردوفيشي بوضوح في شمال المملكة العربية

السعودية حول مدينة تبوك. وقد سميت هذه الصخور بمسمى تبوك الواقعة في شمال غرب المملكة. وتتكون صخور متكون تبوك من حجر رمل وطفل يحتوي على أحافير للخطيات وثلاثية الفصوص.

### ٣) العصر السيلوري Silurian Period

اشتق اسم هذا العصر من اسم قبيلة قديمة تسمى سيلورس Silures كانت تسكن في ويلز ببريطانيا. بدأ هذا العصر منذ ٤٣٥ مليون سنة وانتهى قبل ٣٩٥ مليون سنة أي بديمومة قدرها ٤٠ مليون سنة. تميز العصر السيلوري بازدهار الحياة البحرية فثلاثية الفصوص مازالت موجودة بأعداد كبيرة وكذلك عضديات القدم والتي مثلت بمعظم مجموعات للرخويات مثل ثنائية المصراع Bivalves ، والبطنقدميات Gastropodes والراسقدميات Cephalopods ، اما الخطيات فبدأت في الانقراض وظلت منها الاجناس البسيطة التركيب مثل المونوجرابتس Monograptus. كذلك تميز هذا العصر بظهور اول النباتات الارضية.

تمثل صخور العصر السيلوري في المملكة العربية السعودية بالجزء العلوي من متكون تبوك الذي يسمى عضو القصيباء وهو مكون من حجر رمل وطفل يحتوي على أحافير خطيات.

### ٤) العصر الديفوني Devonian Period

سمى هذا العصر باسم مقاطعة ديفون Devon في جنوب غرب إنجلترا. بدأ هذا العصر منذ ٣٩٥ مليون سنة وانتهى قبل ٣٥٠ مليون سنة أي بديمومة قدرها ٥٠ مليون سنة. تميز العصر الديفوني بوجود رواسب قارية بجانب الرواسب البحرية. بالنسبة للحياة البحرية في الديفوني فقد اخذت الخطيات في الانقراض وكذلك أصبحت ثلاثية الفصوص نادرة الوجود. أصبح المرجانات الرباعي والصفائحى واسع الانتشار وخاصة عند الديفوني الاوسط حيث تكثر الشعاب المرجانية. اما الراسقدميات وخاصة الامونيات Ammonoids فقد أصبحت واسعة الانتشار نسييا. إمتاز هذا العصر بظهور الاسماك التي تطورت سريعا خلال العصر. تطورت النباتات كثيرا في هذا العصر حيث كانت النباتات بدائية ولا يزيد ارتفاعها عن ٦٠ سم وتطورت في نهاية العصر الى اشجار ضخمة. في المياه العذبة كانت تعيش بعض الاسماك والنباتات وبعض الرخويات وخاصة ثنائية المصراع Bivalves

تتكشف صخور العصر الديفوني في المملكة العربية السعودية بوضوح بالقرب من



مدينة الجوف الواقعة في شمال غرب المملكة. وقد سميت صخورها بصخورها بمتكون الجوف الذي يشتمل على طفّل وحجر جير ودلومايت وحجر رمل.

#### ٥) العصر الكربونيسي Carboniferous period

أطلق الجيولوجي الانجليزي كونيير سنة ١٨٢٢ اسم الكربوني على صخور هذا العصر والتي ينتشر فيها الكربون على هيئة عروق من الفحم. بدأ هذا العصر منذ ٣٤٥ مليون سنة وانتهى قل ٢٨٠ مليون سنة أي بديمومة قدرها ٦٥ مليون سنة. في امريكا الشمالية قسم العصر الكربوني الى عصرين، الميسيسي Mississippian والبنسلفاني Pennsylvanian. تمتاز صخور الكربوني السفلي بأنها بحرية معظمها حجر جير عضوي وبعض الطفّل أما صخور الكربوني العلوي فمعظمها قارية، تتكون من الاحجار الرملية والطفّل وطبقات من الفحم وأحياناً توجد طبقات بحرية مع هذه الصخور.

تميزت مظاهر الحياة في العصر الكربوني بانقراض الحطيات تماماً وضمحلل ثلاثية الفصوص وازدهار عضديات القدم والجلدشوكيات والمنخربات Foramenifera والرخويات Mollusca وفي العصر الكربوني ظهرت أنواع مختلفة من البرمائيات Amphibians والتي تطورت منها الزواحف Reptiles في اواخر العصر الكربوني. وكذلك تميز العصر الكربوني بازدهار النباتات الارضية والتي كانت تكون غابات كثيفة مثل اجناس Lipedodendron, Sigillaria. وقد كونت هذه النباتات فيما بعد طبقات الفحم التي تميز العصر الكربوني بها.

وفي المملكة العربية السعودية لم يحدد على السطح حتى الآن أي من الصخور التي تتبع العصر الكربوني.

#### ٦) العصر البرمي Permian Period

سمى هذا العصر بناءً على اقتراح الجيولوجي الانجليزي مرشيدون سنة ١٨٤١ والذي اقترح اطلاق اسم البرمي المأخوذ من مقاطعة برم Perm في روسيا. بدأ هذا العصر منذ ٢٨٠ مليون سنة وانتهى قبل ٢٢٥ مليون سنة أي بديمومة قدرها ٥٥ مليون سنة. ويمثل هذا العصر نهاية حقبة الحياة القديمة.

ترسبت صخور البرمي تحت سحنتين أحدهما بحرية والأخرى قارية وصخور البرمي البحرية يغلب عليها حجر جير أما صخور البرمي غير البحرية فتشمل

المارل الاحمر والأحجار الرملية الاركوزية مع طبقات متداخلة من حجر الجير الدولوميتي والمتبخرات.

يتميز العصر البرمي بانقراض بعض المجموعات مثل ثلاثية الفصوص والمرجان الصفائحى والمجمعد. ومن المجموعات الجديدة التي ازدهرت في هذا العصر الزواحف. اما النباتات فحدث فيها تغير ملحوظ في العصر البرمي حيث انحطت نباتات الكربوني الضخمة البدائية وحل محلها النباتات الصنوبرية الاكثر تطوراً. ومن أجناس النباتات المميزة لهذا العصر جنس *Glossepteris* ، وكذلك ازدهرت المنخربات ومن أجناسها الكبيرة جنس *Fusulina*.

تسمى صخور العصر البرمي في المملكة العربية السعودية بمكون الحُف الذي تمتد صخوره من بني ختمة الواقعة في جنوب المملكة حتى تصل الى النفود الكبير في الشمال. وعامة تتكون صخور هذا العصر من حجر جير وطفل وحجر رمل.

جم) حقبة الحياة المتوسطة Mesozoic Era  
يشتمل هذا الحقب على العصور التالية:

(١) العصر الترياسي أو الثلاثي Triassic Period

قام الالماني اليرتي سنة ١٨٣٤م بإطلاق مسمى الترياسي على صخور هذا العصر. وكلمة ترياسي مأخوذة من الكلمة تري Tri وتعني ثلاثة اقسام، فصخور هذا العصر عند القطاع النموذجي في ألمانيا يمكن تقسيمها الى ثلاثة اقسام. بدأ هذا العصر منذ ٢٢٥ مليون سنة وانتهى قبل ١٩٥ مليون سنة أي بديمومة قدرها ٣٠ مليون سنة.

خلال العصر الترياسي استمرت الظروف القارية التي كانت سائدة في البرمي ولذلك فغالبية صخور الترياسي قارية وفي بعض المناطق ترسبت صخور بحرية كحجر الجير والطفل.

في هذا العصر تطورت الزواحف ومنها ظهر أول الديناصورات Dinosaurs وأول الثدييات Mammals وكذلك ازدهرت الزنبقيات والامونيات وخاصة جنس Ceratites والتي كان لها اهمية طبقية كبيرة في تقسيم صخور الترياسي.

تتكشف صخور العصر الترياسي في المملكة العربية السعودية في هيئة حزام عريض ينحني حول الحافة الشرقية للدرع العربي. وتمثل صخور هذا العصر

بمكونات سدير والجلّة والمنجور. وأغلبية صخور هذا العصر عبارة عن حجر رمل وتُقلّ مع قليل من حجر الجير والجبس.

## (٢) العصر الجوراسي Jurassic Period

اشتق اسم هذا العصر من جبال جورا Jura Mountains في فرنسا. بدأ العصر الجوراسي منذ ١٩٥ مليون سنة وانتهى قبل ١٣٥ مليون سنة أي بديمومة قدرها ٦٠ مليون سنة. ترسبت معظم صخور الجوراسي في بيئة بحرية ضحلة والقليل منها ترسب تحت ظروف قارية.

اتسم العصر الجوراسي بالتنوع الكبير والاختلافات الواسعة في الكائنات التي كانت تعيش في تلك الفترة. ومن المجموعات الرئيسة التي ازدهرت في تلك الفترة الامونيات والتي استخدمت أحافيرها في تقسيم صخور هذا العصر وكذلك ازدهر المرجان السداسي Hexacorals المسمى بالمرجان الحجري وكذلك ازدهرت القنافذ Echinoids وعضديات القدم التي مثلت بأجناس التريبوراتيولا والرينكونيلا Rhyconela and Terebratula وكذلك انتشرت الرخويات وخاصة ثنائية المصراع والبطنقدميات. أما حياة اليابسة فكانت تسودها الديناصورات التي وصلت اقصى حجم وانتشار لها في تلك الفترة. وفي نهاية العصر الجوراسي ظهرت أول الطيور. اما الثدييات فكانت موجودة ولكن باعداد قليلة. شهد الجوراسي امتداد النباتات البرية من العصور السابقة وبعض نباتات الجوراسي مازال موجوداً حتى الآن.

تتكشف صخور العصر الجوراسي في المملكة العربية السعودية بشكل حزام يوازي الدرع العربي، حيث يمتد من جبال العارض جنوباً حتى النفود الكبير شمالاً. وتُثلّ صخور هذا العصر بمكونات مرات وضرمة وجبال طويق وحنيفة والجبيلة والعرب والهيت. وعامة هذه المتكونات تتكون بشكل كبير من أحجار الجير وقليل من الطُفْل وحجر الرمل والأنهدرايت.

## (٣) العصر الكريتاسي أو الطباشيري Cretaceus Period

اشتق اسم هذا العصر من الكلمة الاغريقية كريتا Creta والتي تعني طباشير Chalk وذلك لأنه توجد طبقات سميكة من الطباشير ضمن صخور العصر الكريتاسي. بدأ هذا العصر منذ ١٣٦ مليون سنة وانتهى قبل ٦٤ مليون سنة بديمومة قدرها ٧٢ مليون سنة.

تتكون صخور الكريتاسي السفلى من احجار جيرية ترسبت في بيئة بحرية ضحلة مع رواسب مصبات الأنهار اما صخور الكريتاسي العلوي فيغلب عليها الطباشير المكون أساسا من أصداف كائنات الفورامينيفرا والكوكوليث.

هنالك علاقة كبيرة بين الكائنات البحرية التي كانت تعيش في الجوراسي وتلك التي كانت تعيش في الكريتاسي فالامونيتات كانت واسعة الانتشار في بداية العصر ولكنها انقرضت بنهاية العصر وكذلك انقرضت السجاريات Belemnites. اما ثنائية الصراع والقنفاذ وعضديات القدم والمرجان كانت مازال تعيش في تلك الفترة. اما على الارض فما زالت الديناصورات سائدة الى أن انقرضت بنهاية العصر. وكانت تعيش بعض الثدييات صغيرة الحجم وقليلة العدد. اما النباتات في العصر الكريتاسي فكان لها أهمية كبيرة وخاصة كاسيات البذور ومنها النباتات المزهرة Flowering plants ، كما ازدهرت الحشرات في هذا العصر.

تظهر صخور العصر الكريتاسي في المملكة العربية السعودية في هيئة حزام ملتف حول الدرع العربي، حيث تمتد صخوره من وادي الدواسر جنوباً إلى الحدود الشالية للمملكة مع العراق. وتتمثل صخور هذا العصر بتكوينات كل من السُّلي واليامة والبوب والبياض والوسيع والعمرة. وأغلبية هذه التكوينات من حجر الجير والرمل والطفل.

## د) حقبة الحياة الحديثة Cenozoic Era

ويشتمل على العصور التالية:

### ١) العصر الثلاثي Tertiary Period

بدأ العصر الثلاثي منذ ٦٥ مليون سنة وانتهى قبل ٥ مليون سنة بديمومة قدرها ٦٣ مليون سنة. تتكون صخور العصر الثلاثي من احجار جيرية واحجار رملية وطفل ترسبت جميعها في بيئة بحرية ضحلة بالاضافة لبعض الرواسب القارية.

خلال العصر الثلاثي ظهرت الثدييات واسلاف الخيول واللبونات الضخمة وآكلات العشب والماموث (اسلاف الغيلة). اما في البحار فما زالت بعض الكائنات البحرية مزدهرة كالقنفاذ والرخويات والمنخريات. اما عضديات القدم فقد اضمحلت وقُل انتشارها. اما العجائات فقد تطورت وظهرت النباتات ذات الازهار الحقيقية والنباتات العشبية.

ويُقَسَّم العصر الثلاثي إلى خمسة أحيين وذلك حسب درجة تشابه الكائنات الحية في كل حين بالكائنات الحية الموجودة في وقتنا الحاضر. وهذه الأحيين هي من الأقدم إلى الأحدث كالتالي: الباليوسين ويسمى حين الخيول الأولى، والايوسين وهو حين اللبونات الضخمة، والاليجوسين وهو حين اكلات الاعشاب والمايوسين وهو حين الفقاريات الأحدث، والباليوسين ويسمى حين الماموث (الفيل الصوفي).

تتكشف صخور العصر الثلاثي في المملكة العربية السعودية في أواسط شرق المملكة حيث تمتد شمالاً حتى الحدود السعودية العراقية، وشرقا إلى ساحل الخليج العربي. وتمثل صخور هذا العصر متكونات كل من أم الرضمة والرس والدمام والهيدروخ والدام والمقصوف والخرج. وتتضمن صخور هذه المتكونات أحجار الجير والديومايت والمارل والطباشير وأحجار الرمل والطفل والجيس.

## ٢) العصر الرباعي Quaternary Period

بدأ هذا العصر منذ ٢ مليون سنة ومازال مستمرا إلى الآن. خلال هذا العصر غطى الجليد الكثير من المناطق المرتفعة. معظم صخور العصر الرباعي قارية ومنهارواسب الشلاجات (المثلج) والحصى والرمل والطين غير المتماسكة. وعلى شواطئ البحار تكونت بعض الأحجار الرملية والأحجار الجيرية العضوية المكونة من الأصداف مثل الكوكينا Coquina.

بالنسبة للحياة في البحار خلال هذه الفترة لم تختلف كثيرا عندما كانت عليه في العصر الثلاثي. أما الفقاريات فقد انقرض الماموث، والخرتيت الصوفي، بينما ازدهرت أسلاف معظم الحيوانات التي تعيش في الوقت الحاضر. ومن أهم مميزات العصر الرباعي ظهور الإنسان.

ويمثل العصر الرباعي في المملكة العربية السعودية برواسب الحصى والرمل والطين غير المتماسكة.

## علم الأحافير Palaeontology

### تعريف الأحفورة Definition of a Fossil

كلمة Fossil مشتقة من الكلمة اللاتينية Fossilis ومعناها يحفر وكانت تعرف الأحفورة بأي شيء يوجد مدفون في الصخر ويتم الحصول عليه بالحفر، أما الآن فالتعريف الجيولوجي للأحفورة هو إشارة إلى بقايا أو آثار لكائنات نباتية أو حيوانية عاشت في الزمن الجيولوجي الماضي ومحفوظة بين رواسب الصخر. ويقصد معظم الجيولوجيين بالزمن الجيولوجي الماضي أي فترة زمنية قبل ظهور الإنسان. أما البعض الآخر فيعتبر الحين الحديث Holocene هو الحد الفاصل بين زمنى الحاضر والماضي الجيولوجي أي ما قبل حوالي إحدى عشر ألف سنة. كما توجد معظم الأحافير في الصخور الرسوبية وقد يختلف توزيعها الرأسى والأفقى في الوحدة الرسوبية.

### أهمية دراسة الأحافير Importance of Studying Fossils

- يستفاد من دراسة الأحافير في العديد من الجوانب الجيولوجية أهمها مايلي:
- (١) تحديد العمر الجيولوجي للصخر المكتشف لها.
- (٢) اتمام عمل الخرائط الجيولوجية.
- (٣) التعرف على البيئات القديمة.
- (٤) المساعدة في مضاهاة الوحدات الصخرية.
- (٥) التمكن من التعرف على انماط واشكال الحياة الغابرة.
- (٦) تساعد علماء علم الأحياء وعلم الارتقاء والتطور على سد الثغرات وتصنيف الكائنات الحية.
- (٧) يساعد على إنشاء الخرائط الجغرافية القديمة.

### طرق حفظ الأحافير Preservation of Fossils

- لكي يتم التآحفر Fossilization لابد من توفر الشروط الاتية:
- (١) أن يكون للمحفوظ أو النبات اجزاء صلبة كالنسيج النباتي الخشبي أو كالهيكل العظمى أو الاغلفة الصلبة مثل الاصداف أو القواقع.
- (٢) أن يتم دفن الكائن بعد موته سريعا، وذلك لحمايته من عوامل التآكل والتحلل الناجمة من عمليات النقل والترسيب.

## Modes of Preservation

## طرق الحفظ

## ١ ( الحفظ بدون تغير «الحفظ المباشر» Preservation Without Change

في معظم الاحيان يتحلل الجزء الرخو من الكائن ويتم فقط حفظ الاجزاء الصلبة منه فيما عدا حالات نادرة يتم فيها حفظ الحيوانات أو النباتات كاملة، مثل ذلك حفظ الحشرات في العنبر والمساموت في الجليد وحفظ العظام في الزفت Tar. هنالك طريقة اخرى يتم فيها الحفظ بدون تغيير ولكنها محدودة جدا وهي طريقة التجفيف والتي يتم بواسطتها انتزاع الماء من الانسجة الحيوانية. وقد وجدت بعض اجسام الهنود الحمر في امريكا محفوظة بهذه الطريقة وعمرها حوالى عشرة الاف سنة.

## ٢ ( الحفظ بحدوث تغير «الحفظ المباشر» Preservation With Change

بهذه الطريقة يتم الحفظ بتغيير الاجزاء الصلبة. هنالك ثلاثة انواع من التغير الذي يحدث للاجزاء الصلبة عند التأخر. وهي :

## أ ( اعادة التبلور Recrystallization

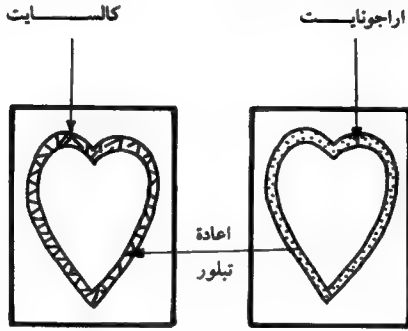
في هذا النوع من التغير تتحول المواد الدقيقة والمكونة للجزء الصلب الى بلورات كبيرة من نفس المادة المكونة للجزء الصلب. مثل إعادة تبلور الارجونائيت الى بلورات كبيرة من الكالسائيت ويُحدث هذا التغير تدمير للتركيب الدقيقة في الجزء الصلب. (شكل ٥-٣).

## ب ( التمعدن Permineralization

وهو عبارة عن تمعدن السطح الخارجي لبعض المواد، حيث يحدث هذا النوع من الحفظ في المواد المثقبة مثل العظام والخشب حيث يتم ذلك بدخول معدن ثانوي يملأ تلك الثقوب. ونتيجة لإضافة المعدن الثانوي فإن المادة الاصلية تصبح ثقيلة واكثر صلابة من ذي قبل، وبواسطة هذه الطريقة يتم حفظ معظم عظام الفقاريات وبعض الاصداف أو القواقع.

## ج ( الاستبدال Replacement

تتم عملية الاستبدال عن طريق إحلال معدن ثانوي محل المواد الأصلية المكونة للمادة الصلبة. يتم الاحلال تقريبا بطريقة جزئية بجزئية أو ذرة بذرة تدريجيا مما ينتج عنه تكوين صورة طبق الاصل للمادة الصلبة من المادة



شكل (٥ - ٣) الحفظ باعادة التبلور

الجديدة، مثل استبدال الكالسايت أو الأراجونايت المكونة لاصداف اللافقاريات بكبريتيد الحديد في شكل معدن البيرايت أو المركزيت. أو إحلال السليكا في الخشب. وتعتبر السليكا من أكثر المواد الاحلالية على الإطلاق.

#### د ( التشمم Carbonization

يتم بهذه الطريقة حفظ المواد العضوية في شكل اغشية أو افلام رقيقة من الكربون والتي تبقى بعد عملية تحلل المادة الاصلية. وعادة ماتوضح هذه الاغشية من المواد الكربونية بعض التراكيب الدقيقة. ومن امثلة الكائنات التي تحفظ بهذه الطريقة الخططيات وأوراق النباتات وبعض القشريات.

#### ٣) الحفظ غير المباشر Indirect Preservation

وفي بعض الاحيان يتم حفظ الأحافير بطرق غير مباشرة حيث توجد ادلة على وجود كائن ما. وتحتاج هذه الادلة لتفسير للتعرف على ذلك الكائن. وفيما يلي نعطي بعض الامثلة على ذلك:

#### أ ( القالب، الحشوة، الطبعة Mold, Cast, Imprint

عندما تحدث اذابة تامة للاجزاء المكونة للحيوان يتكون مكانها فراغ في



الصخر المحيط بها يسمى قالب Mold. وقد يتم فيها بعد ملء هذا الفراغ بمواد ثانوية لتكوين الحشوة Cast وهو صورة معكوسة لنفس الشكل الأصلي (شكل ٤-٥). وعادة تتكون الطبعة Imprint عندما يتم ضغط الكائن في الطين أو الرمل الرطب وبعد ذلك يتم إزالته ثم يتم ملء الفراغ المتكون برواسب أخرى.

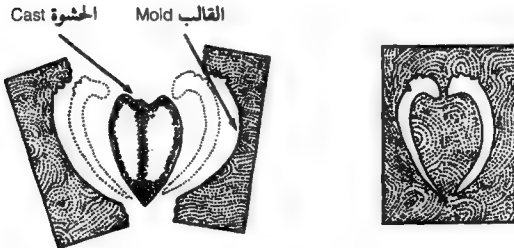
### ب) أحافير الأثر Trace Fossils

وهي عبارة عن آثار الاقدام Tracks والجُرُرات Trails والانفاق Burrows

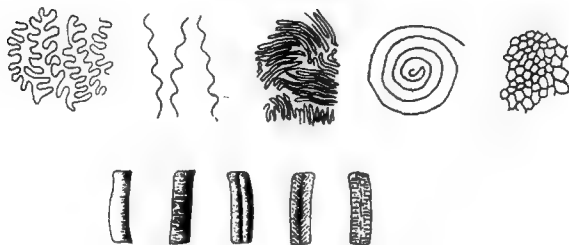
وتتكون آثار الاقدام والجُرُرات نتيجة لتحرك بعض الحيوانات فوق الرواسب اللينة (شكل ٥-٥ أ، ب). أما الانفاق فتحفرها بعض الكائنات الحفارة ويتم حفظها وذلك بملئها برواسب أخرى فيما بعد ولهذا الانفاق أهمية كبرى حيث يستدل بواسطتها على وجود كائنات ذات اجسام لينة مثل الديدان والتي لا تحفظ كأحافير. وهناك نوعان من الأنفاق، الانفاق الرأسية Vertical Burrows والانفاق الأفقية Horizontal Burrows، (شكل ٥-٥ ج).

### ج) الأحافير الكيميائية Chemical fossils

وجدت في بعض صخور ما قبل الكامبري آثار لإحماض عضوية اعتبرت هذه أحافير كيميائية.



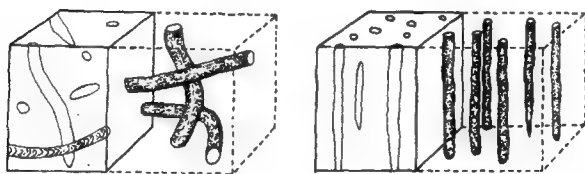
شكل (٤ - ٥) القالب والحشوة (عن: Poort, 1980)



أ - الأشكال المختلفة للجبرات Trails



ب - آثار الاقدام Tracks



الانفاق الانقية

الانفاق الرأسية

ج - الانفاق Burrows

شكل (٥ - ٥) الأنماط المختلفة لأحافير الأثر (عن : Lindholm, 1987)

## د ( البقايا الاخراجية المتحجرة Coprolites

في بعض الاحيان يتم حفظ البقايا الاخراجية للحيوانات والتي يستفاد منها في تحديد المكان الذي كان يعيش فيه الحيوان ونوع الطعام الذي يتغذى عليه وربما يتم بواسطتها تحديد الحجم النسبي للحيوان.

## هـ ( الحصى المهضوم Gastrolites

يبدو أن بعض الديناصورات العملاقة كانت تقوم بابتلاع قطع كبيرة من الحصى لكي يساعدها في عملية طحن الطعام لتسهيل هضمه . وقد وجدت قطع من الحصى مع هياكل بعض الديناصورات.

## التعرف على بعض الأحافير الشائعة Identification of Common Fossils

سوف نعتمد على الصفات الجسمية مثل التماثل والحجم والشكل الخارجي في تعرفنا على الاحافير المختلفة. وفيما يلي نعرف الصفات الجسمية :

## أ) التماثل Symmetry

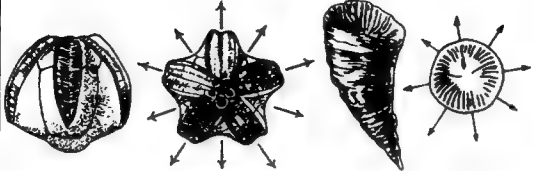
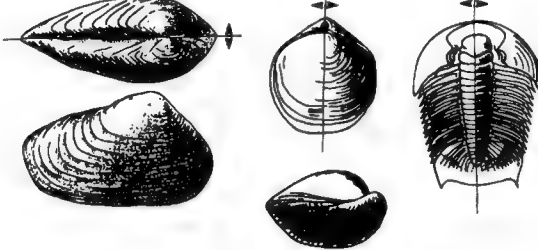
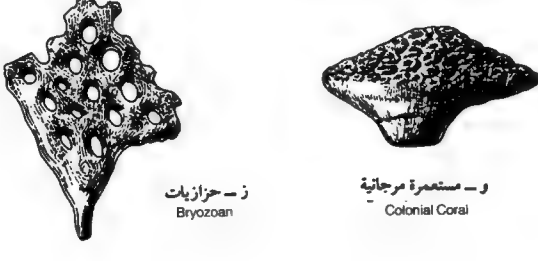
يعرف التماثل بأنه ترتيب اجزاء الجسم الصلبة أو بعضها حول محور مركزي أو مستوي وهمي . ولكي نتعرف على الاحافير سوف نستخدم جداول محددة ، وكل جدول يحتوي على بعض الأحافير وصفاتها العامة . وسوف يتم ترتيب هذه الجداول على حسب درجة التماثل ، فالأحافير التي لها تماثل اعلى سوف توضع أولا وتليها الاقل تماثلا . وهناك نوعان من التماثل هما كما يلي :

## ١ ( تماثل شعاعي Radial symmetry

وهو أن تكون بعض اجزاء الجسم متماثلة حول محور مركزي . على سبيل المثال بعض انواع المرجان Corals والبرعميات Blastoids (شكل ٥-٦ أ ، ب) .

## ٢ ( التماثل الثنائي الجانبي Bilateral symmetry

الأحافير ذات التماثل الثنائي الجانبي تكون اطرافها اليمنى واليسرى متشابهة مثل ثلاثية الفصوص Trilobites وعضديات القدم Brachiopods (شكل ٥-٤ ج ، د) . أو تكون الأحفورة مكونة من مصراعين متشابهين مثل ثنائية المصراع Bivalves ، (شكل ٥-٦ هـ) .

<p>تقابل شعاعي</p>	 <p>أ - مرجان مفرد      Coral      ب - برعميات      Blastoid</p>
<p>تقابل جانبي</p>	 <p>ج - ثلاثية الفصوص      Trilobite      د - عضديات القدم      Brachiopod      هـ - ثنائية المصراع      Bivalve</p>
<p>لا يوجد تقابل واضح</p>	 <p>و - مستعمرة مرجانية      Colonial Coral      ز - حزازيات      Bryozoan</p>

شكل (٥ - ٦) أنواع التماثل في الأحافير

(معدل عن : Davis and Eves. 1988)

من المعروف لدينا أن معظم الكائنات لها نوع من التماثل الا أن بعض الكائنات التي تعيش في مستعمرات مثل الحزازيات Bryozoans وبعض المرجان Corals ، من الصعب ملاحظة التماثل فيها، وهذه الكائنات وضعت تحت مجموعة لا يوجد تماثل واضح (شكل ٦-٥ و، ز).

وبعد تحديد التماثل الموجود في الأحفورة يمكن ملاحظة خواص أخرى مثل الحجم والشكل واللف . وباستخدام جميع الصفات أعلاه يمكن تصنيف الأحفورة ووضعها تحت شعبة Phylum. وفي معظم الأحيان يمكن التعرف على الفصيلة Class التي تنتمي إليها الأحفورة.

#### (ب) الحجم Size

ويقصد به مقياس الأبعاد الحقيقية لجسم الأحفورة مثل طولها وعرضها وسمكها أو قطرها وهذا ما يحدد حجم الأحفورة من حيث الكبر أو الصغر. ويوضح الشكل (٧-٥) بعض الأبعاد التي يمكن قياسها في الفصائل المختلفة من الأحافير.

#### (ج) الشكل Shape

حيث تستخدم بعض صفات الأشياء المعروفة لدينا لوصف اشكال الاحافير مثل :

##### ١ ( شكل الاسطوانة Cylinder shaped

حيث يشبه في شكله الاسطوانة (شكل ٨-٥ أ).

##### ٢ ( شكل السيجار Cigar shaped

وهو شكل اسطواني ولكن احد الاطراف مدبب (شكل ٨-٥ ب).

##### ٣ ( شكل المخروط Cone shaped

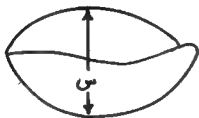
حيث الشكل العام يشبه المخروط وقد يكون الجسم ملفوف أو غير ملفوف (شكل ٨-٥ ج).

##### ٤ ( شكل الكرة Ball shaped

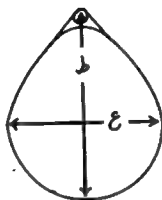
حيث يشبه في شكله الكرة (شكل ٨-٥ د).

##### ٥ ( شكل القرن Horn shaped

حيث يشبه في شكله قرن بعض الحيوانات (شكل ٨-٥ هـ).



Brachiopod عضديات القدم



شرح الرموز

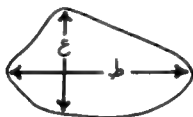
ط = الطول

ع = العرض

س = السمك

ر = الارتفاع

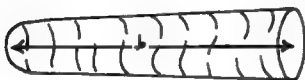
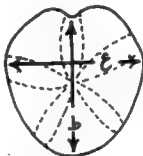
ق = القطر



Bivalve ثنائية المصراع



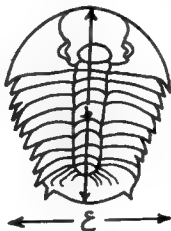
Echinoderm شوكيات الجلد



Cephalopod رأسقدميات



Trilobite ثلاثية الفصوص



شكل (٥ - ٧) يوضح بعض الأبعاد التي يمكن قياسها في الفصائل المختلفة من الأحافير

(Gastropod)



ج . شكل المخروط  
Cone Shaped

(Cephalopod)



ب . شكل السيجار  
Cigar Shaped

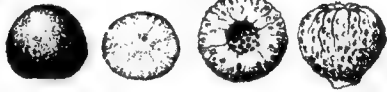


أ . شكل الاسطوانة  
Cylinder Shaped

(Coral)



هـ . شكل القرن  
Horn Shaped

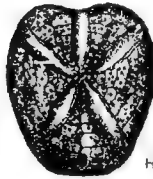


د . شكل الكرة (Foraminifera)



ز . شكل الكوب  
Cup Shaped

(Coral)



و . شكل القلب  
Heart Shaped



(Blastoid)



ح . شكل البرعم  
Bud Shaped

شكل (٥ - ٨) الأشكال المختلفة للأحافير (عن : Poort, 1980)

٦ ( شكل الدائرة Circular

حيث محيط الجسم يشبه الدائرة .

٧ ( شكل القلب Heart-shaped

يشبه قلب بعض الحيوانات (شكل ٥ - ٨ و) .

٨ ( شكل الكأس Cup-shaped

يشبه في شكله فنجان القهوة العربي (شكل ٥ - ٨ ز) .

٩ ( شكل البرعم Bud-shaped

وهذا يشبه برعم بعض النباتات (شكل ٥ - ٨ ح) .

(د) اللف Coiling

ويشير هذا إلى مدى التفاف أجزاء الجسم حول محور وهمي ، وهناك عدة أنواع من اللف وسوف نختصرها في نمطين :

١ ( لف مستو Planispiral coiling

انظر (شكل ٥ - ٩ أ) .

٢ ( لف مخروطي حلزوني Conispiral coiling

انظر (شكل ٥ - ٩ ب) .

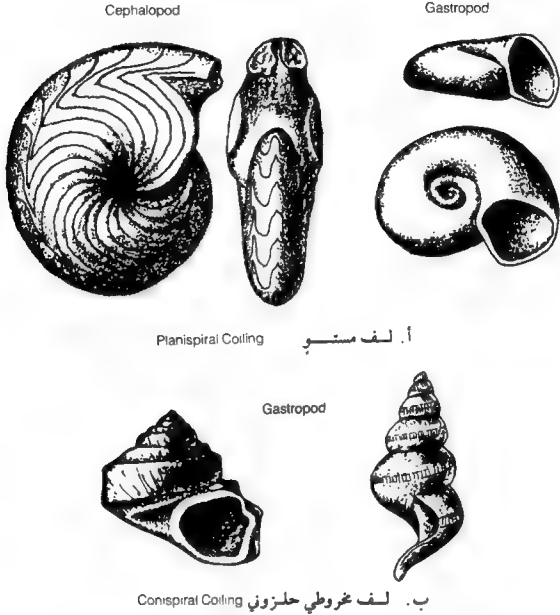
## تمرين Exercise

### التعرف على الأحافير الشائعة

الغرض الأساسي من هذا التمرين هو تدريب الطالب على استخلاص نتائج مبنية على ملاحظات يقوم بها الطالب . وكذلك تدريب الطالب على استخدام الجداول الوصفية للأحافير والتي أعدت بطريقة متسلسلة والتي يمكن بواسطتها التعرف على بعض الأحافير الشائعة وتصنيفها تصنيفاً بسيطاً .

في بداية الفترة العملية سوف تقدم مجموعة من الأحافير المحفوظة بطرق عديدة مثل القالب والحشوة والطبعة وغيرها فعليك أن تفحص هذه العينات جيداً وتركز في هذه المرحلة على معرفة طريقة الحفظ لكل أحفورة .





شكل (٥ - ٩) أنماط اللف في الأحافير (عن: (Poort, 1980)

كذلك سوف تعرض مجموعة أخرى من الأحافير بعضها له تماثل شعاعي والبعض الآخر له تماثل ثنائي جانبي بالإضافة الى ذلك سوف تعرض أحافير ليس لها تماثل واضح ففي هذه الحالة عليك ان تتأني في فحص اجزاء هذه الأحافير فربما تلاحظ فيها نوع من التماثل.

في بقية الفترة العملية سوف تقدم لك مجموعة من الأحافير الشائعة والمطلوب منك التعرف عليها ووصفها وتصنيفها.

للقيام بذلك اتبع الخطوات التالية :

- (١) اختر عينة من العينات المعطاه لك ثم تعرف على الطريقة التي حفظت بها الأحفورة. سجل المعلومات التي تستنتجها في لوحة المعلومات المرفقة.
- (٢) لاحظ نوع التماثل الموجود في الأحفورة. فإذا كانت الأحفورة ذات تماثل، حدد، نوعية.
- (أ) هل هو شعاعي كاملاً أم أنه شعاعي غير كامل. انظر (جدول ١-٥)
- (ب) هل هو ثنائي جانبي على الأقل في مستوى واحد. انظر (جدول ٢-٥)
- (ج) هل هو غير واضح أو لا يوجد تماثل. انظر (جدول ٣-٥).

(٣) أوصف شكل الأحفورة مستعينا بالأشكال التي سبق شرحها وقد لا ينطبق شكل الأحفورة على الأشكال المذكورة من قبل وفي هذه الحالة حاول بقدر الامكان أن توصف الشكل.

(٤) حاول أن تحدد حجم الأحفورة وذلك بقياس أبعادها باستخدام مقياس عادي (مسطرة).

(٥) لاحظ أي صفات أخرى تساعدك في التعرف على الأحفورة مثل اللف وغيرها.

(٦) بالاستعانة بالصفات التي حددتها حاول التعرف على الأحفورة وذلك باستخدام الجداول الخاصة بالتعرف على الأحافير وكذلك يمكنك مقارنة شكل الأحفورة بالصور المرفقة. بعد التعرف على الأحفورة اكتب اسم الشعبة والفصيلة التي تنتمي لها الأحفورة.

(٧) ارسم شكل تقريبي للأحفورة.

(٨) اسأل المعلم عن صحة ماتوصلت إليه.

## جداول التعرف على الأحافير الشائعة (عن: Davis and Eves, 1988)

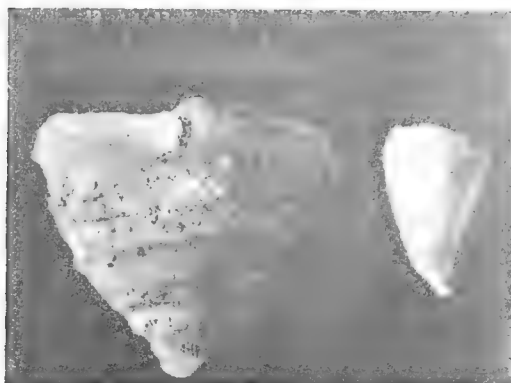
## جدول (٥ - ١) تماثل شعاعي كامل أو شعاعي غير كامل غير واضح

- أ) الشكل مستدق أو اسطواني أو يشبه السيجار أو المخمسروط.
- ١ - الهيكل ناعم ويشبه السيجار وقد يوجد كالسايت على شكل ابر في المقطع العرضي. شعبة الرخويات Mollusca فصيلة الرأسقدميات Cephalopoda شكل (١٠-٥ أ).
- ٢ - تماثل شعاعي غير كامل غير واضح، الشكل مستدق غير منتظم يشبه القرن أو المخروط. وقد تكون الأحفورة مكونة من عدة افراد مجتمعين في شكل مستمرة. شعبة الجوفمعمويات Coelenterata فصيلة الزهريات Anthozoa (شكل ١١-٥ أ، ب) المرجان Corals.
- ٣ - الهيكل دقيق (١-٥) مليمتر ويشبه الكرة أو القرص أو حبة القمح شعبة الأوليات Protista متغريات Foraminifera.
- ب) الهيكل مقسم أو مكون من الواح وقد يكون أو لا يكون مستدق
- ١ - الهيكل اسطواني مستدق ومكون من اقسام دائرية مرصوعة فوق بعضها البعض. شعبة الرخويات Mollusca فصيلة الرأسقدميات Cephalopoda (شكل ١٠-٥ ب).
- ٢ - الهيكل اسطواني ومكون من اقراص مرصوعة فوق بعضها البعض وقد توجد بتلك الاقراص نتوءات وقد يوجد ثقب في وسط الاقراص. شعبة شوكيات الجلد Echinodermata ساق زنبقيات Crinoid stem (شكل ١٢-٥ ج).
- ٣ - الهيكل مكون من ألواح أو فصوص متداخلة.
- أ) الشكل يشبه برعم الزهرة.
- شعبة شوكيات الجلد Echinodermata فصيلة البرعميات Blastoidea (شكل ١٢-٥ أ)
- ب) الهيكل يشبه الكوب أو الزهرة وقد توجد عدة اذرع وكذلك قد يكون الجسم ملتصق الساق.

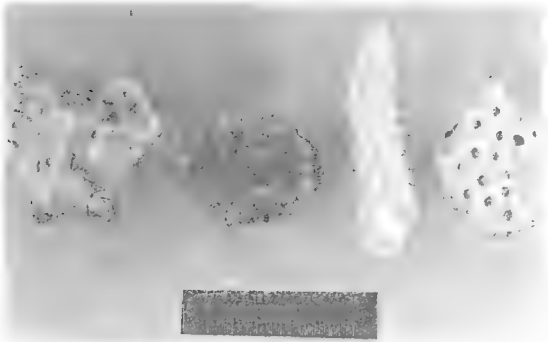
شعبة شوكيات الجلد Echinodermata فصيلة الزنبقيات Crinoidea



شكل (٥ - ١٠) شعبة الرخويات **Phylum Mollusca**  
فصيلة الرأسقدميات **Class Cephalopoda** (تصوير : عوض)



شكل (٥ - ١١) مرجان مفرد **Single Coral** (تصوير : عوض)

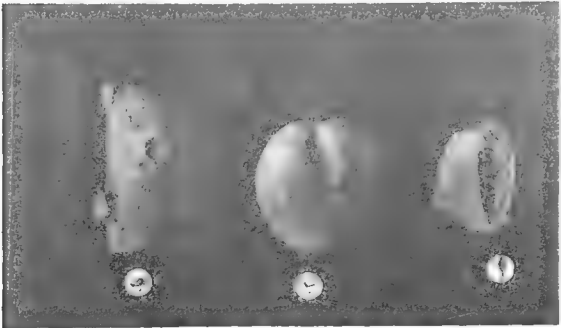


شكل (٥ - ١١) مستعمرات مرجانية Colonial Coral

شكل (٥ - ١١) شعبة الجوفمعويات Phylum Coelenterata

(تصوير : عوض)

فصيلة الزهريات Class Anthozoa



ج - ساق زنبقيات

ب - فصيلة القنذليات

أ - فصيلة البرعميات

Crinoid Stem

Class Echinoidea

Class Blastodea

شكل (٥ - ١٢) شعبة شوكيات الجلد Phylum Echinodermata (تصوير : عوض)

### جدول (٢-٥) تماثل ثنائي جانبي على الأقل في مستوى واحد

أ ( الهيكل ملفوف ويشبه القوقع .

١ - الهيكل ملفوف في مستوى افقى وذو تماثل ثنائي جانبي وقد تظهر به بعض الحواجز  
شعبة الرخويات Mollusca فصيلة الرأسقدميات Cephalopoda (شكل ١٣-٥) .

٢ - الهيكل ملفوف ويشبه مخروط منتظم أو غير منتظم وقد تظهر جوانب الملفات الداخلية وأيضاً  
قد يكون الهيكل يشبه القوقع .

شعبة الرخويات Mollusca فصيلة البطندميات Gastropoda (شكل ١٤-٥)

ب ( الهيكل غير ملفوف :

١ - الهيكل مكون من نصفين (مصراعين) متساويين في الحجم ومتشابهين في الشكل أو شبه  
متساويين في الحجم .

أ ( مستوى التماثل يمر بين نصفي الصدفة (المصراعين) .

شعبة الرخويات Mollusca فصيلة ثنائية المصراع Bivalvia (شكل ١٥-٥)

ب ( مستوى التماثل يمر بين نصفي الصدفة، وكذلك يوجد مستوى تماثل عمودي على نصف  
الصدفة (المصراع) .

شعبة الرخويات Mollusca فصيلة ثنائية المصراع Bivalvia (شكل ١٥-٥) .

٢ - نصفي الصدفة غير متساويين في الحجم وغير متشابهين . نصف الصدفة الكبيرة غالباً ما يظهر  
به مايشبه المنقار وشديد التحدد بينما النصف الصغير غالباً ما يكون مقعر .

شعبة عضديات القدم Brachiopoda عضديات القدم Brachiopods (شكل ١٦-٥)

٣ - الهيكل مستلق مخروطي أو يشبه القرن أو الناب

أ ( الهيكل مخروطي أو يشبه القرن وقد يكون غير منتظم وبه حواجز عرضية (صفائح افقية) .

شعبة الجوفمعويات Coelenterata فصيلة الزهريات Anthozoa (شكل ١١-٥) .

المرجان Corals .

ب) الهيكل يشبه الناب ويكون ناعم أو مضلع ومفتوح من طرفيه ولا يوجد به جدران أو حواجز داخلية.

شمعة الرخويات Mollusca فصيلة زورقيات القدم Scaphopoda

٤ - الهيكل مستدير أو يشبه القلب وقد يكون قرص مفلطح أو قبوي ويوجد في سطحه العلوي نمط يشبه بتلات الزهرة.

شمعة شوكيات الجلد Echinodermata فصيلة القنافذ Echinoidea (شكل ١٢-٥ ب).

٥ - الهيكل مفصص ومقسم إلى رأس وصدر وذيل.

أ) الهيكل يشبه الحشرة (الخنفساء) ومقسم إلى ثلاثة أقسام وقد توجد به زوائد جانبية. وغالبا ما يحفظ الرأس على شكل نصف دائرة وكذلك الذيل.

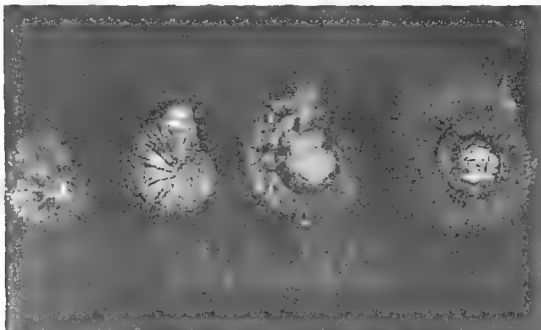
شمعة المفصليات Arthropoda فصيلة ثلاثية الفصوص Trilobita (شكل ١٧-٥).

ب) غالبا ما يحتوي الهيكل على زوائد واضحة مما يجعله يشبه عقرب البحر أو الروبيان.

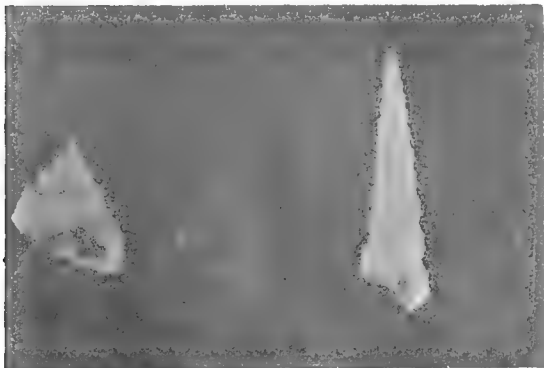
شمعة المفصليات Arthropoda فصيلة القشريات Crustacea

٦ - الهيكل على شكل ورقة النبات وغالبا ما يوجد في اسطح تطبق صخور الطين والفيرين أو رواسب الطين الصفحي.

أحفورة ورقة نبات Leaf fossil (شكل ١٨-٥).

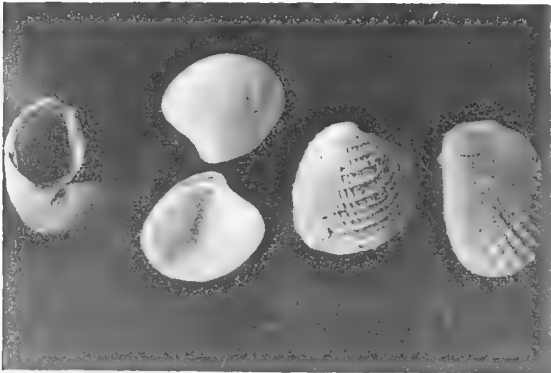


شكل (٥-١٣) شعبة الرخويات Phylum Mollusca  
فصيلة الرأسقدميات Class Coelenterata  
(تصوير : عوض)



شكل (٥-١٤) شعبة الرخويات Phylum Mollusca  
فصيلة البطنقدميات Class Gastropoda  
(تصوير : عوض)

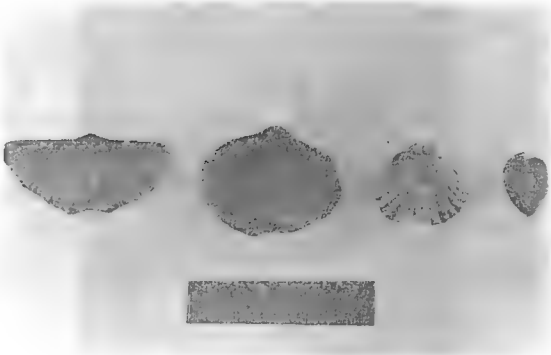




شكل (٥-١٥) شعبة الرخويات Phylum Mollusca

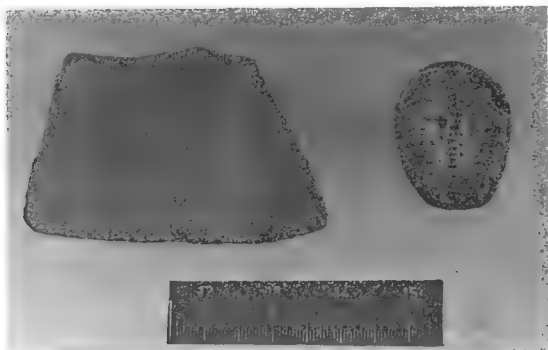
Class Bivalvia فصليّة ثنائيّة المصراع

(تصوير : عوض)

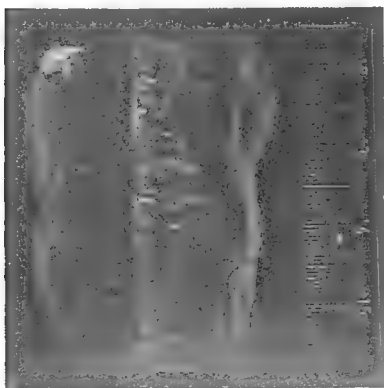


شكل (٥-١٦) شعبة عضديات القدم Phylum Brachiopoda

(تصوير : عوض)



شكل (١٧-٥) شعبة المفصليات Phylum Arthropoda  
 فصيلة ثلاثية الفصوص Class Trilobita  
 (تصوير : عوض)



شكل (١٨-٥) أحفورة ورقة نبات Leaf Fossil  
 (تصوير : عوض)

## جدول ( ٥ - ٣ ) لا يوجد ثنائيل واضح

- أ ( قد تكون الصدفة ملفوفة ولكن لا توجد جدران أو حواجز داخلية مستعرضة .
- ١ - الصدفة ملفوفة قليلا وتشبه القرن ، وبها فتحة كبيرة جدا . سطح الصدفة يغطيه مايشبه العروق أو رقائق دائرية وقد تكون الصدفة مكونة من مصراعين متشابهين .  
شعبة الرخويات Mollusca فصيلة ثنائية المصراع Bivalvia (شكل ١٥-٥) .
- 
- ٢ - الصدفة ملفوفة بشده على شكل المخروط وتشبه القوقع .  
شعبة الرخويات Mollusca فصيلة البطنقدميات Gastropoda (شكل ١٤-٥) .
- 
- ٣ - الهيكل ملفوف لف حلزوني حول محور مركزي ويشبه سمار القلاووظ أو المبرام  
شعبة الحزازيات Bryozoa حزازيات Bryozoans (شكل ١٩-٥) .
- 
- ب) الهيكل غير ملفوف
- ١ - الهيكل يشبه نصل منشار ضيق وقد يكون مستقيم أو منحني وفي بعض الاحيان يكون الهيكل مكون من افرع متشعبة وغالبا ما يظهر كأغشية من الكربون على اسطح الطين الصفحي أو الإردواز .  
شعبة أشباه الحبليات Hemichordata فصيلة الخطيات Graptolithina (شكل ٢٠-٥) .
- 
- ٢ - الهيكل على هيئة مخروط غير منتظم وتوجد به جدران أو حواجز رأسية وصفائح افقية .  
شعبة الجوفعمويات Coelenterata فصيلة الزهريات Anthozoa (شكل ١١ - ٥ أ) المرجان Corals
- 
- ٣ - الهيكل يشبه المحار ومكون من مصراعين غير متشابهين .  
شعبة الرخويات Mollusca فصيلة ثنائية المصراع Bivalvia
- 
- ٤ - الهيكل على شكل الكوب وبه اذرع متفرعة ويشبه الزهرة وقد يكون متصل بساق .  
شعبة شوكيات الجلد Echinodermata فصيلة الزنبقيات Crinoidea

## ٥ - الهيكل متشعب ويشبه الفصن

١٥- الهيكل مغطى بثقب أو فتحات دقيقة جدا.

شعبة الحزازيات Bryozoa حزازيات Bryozoans (شكل ١٩-٥).

٥ب- الهيكل مغطى بفتحات قطرها من ١-٤ ملليمتر وموزعة بانتظام وقد تظهر حواجز قطرية على الفتحات.

شعبة الجوفعمويات Coelenterata فصيلة الزهريات Anthozoa المرجان Corals (شكل ١١-٥ ب)

## ٦ - الهيكل يشبه الشريط ومتشب وعادة مايكون على شكل الواح رقيقة.

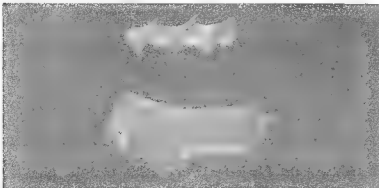
شعبة الحزازيات Bryozoa حزازيات Bryozoans

٧ - الهيكل عبارة عن كتلة مكونة من انابيب مضلعة واسطوانية وهذه الانابيب تحتوي على حواجز أو صفائح افقية.

شعبة الجوفعمويات Coelenterata فصيلة الزهريات Anthozoa مستعمرة مرجانية Colonial corals (شكل ١١-٥)

## ٨ - الشكل يشبه الخشب وعادة مايكون تركيبة من السليكا الكوارتز وله ألوان عديدة.

خشب متحجر Petrified wood أو خشب متأحفر Fossil wood (شكل ٢١-٥).



شكل (١٩-٥)

شعبة الحزازيات

Phylum Bryozoa

(تصوير : عوض)



شكل (٥- ٢٠)

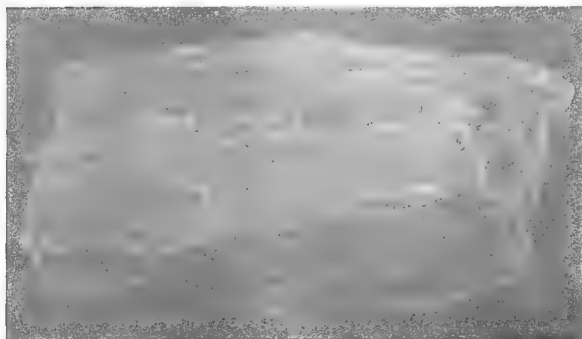
شعبة أشباه الحبليات

Phylum Hemichordata

فصيلة الخططيات

Class Graptolithina

(تصوير : عوض)



شكل (٥- ٢١) خشب متحجر Fossil wood

(تصوير : عوض)



**PART TWO**

**الجزء الثاني**

---

---

**الخرائط الجيولوجية وتطبيقاتها**

**APPLICATION OF GEOLOGICAL MAPS**





## الباب السادس

---

MAP ELEMENTS

عناصر الخارطة



# الباب السادس

## مناصر الخارطة

### MAP ELEMENTS

#### مقدمة INTRODUCTION

نلاحظ عند فحص أي من الخرائط ذات الصبغة الجيولوجية بأنها تحتوي على عدة عناصر ذات أهمية قصوى في معرفتها وأيضاً في طريقة إعدادها. وأهم هذه العناصر والمعاملات نوجزها كالآتي:

#### عناصر الخارطة

##### (١) العنوان Title

وهو الموجز لمحتوى الخارطة حيث يوضح العنوان الغرض الأساسي الذي رسمت من أجله الخارطة فمثلاً العنوان الآتي (خارطة تضاريسية لمربع الرياض) نفهم من هذا العنوان أن هذه الخارطة رسمت لأجل توضيح التضاريس في منطقة الرياض بالإضافة إلى إظهار بعض المواقع الهامة والطرق التي تعبر هذه المنطقة. وعادة مايكتب العنوان بخط واضح في أعلى الخارطة أو في أسفلها.

##### (٢) مقياس الرسم Scale

كما هو مفهوم أن الخارطة عبارة عن رسم مصغر في بعدين لجزء من سطح الأرض. وهذا الرسم يتم عمله بتصغير محدد وهو مايعرف بمقياس الخارطة. ويعرف المقياس بأنه النسبة بين الأبعاد الخطية على الخارطة إلى الأبعاد الخطية على سطح الأرض. وبدون مقياس الرسم تفقد الخارطة أهميتها ولايمكننا تحديد القياسات البعدية على الخارطة.

## ٣) تمثيل مقياس الرسم Scale Representation

## أ) المقياس الشفوي أو الكتابي Verbal or Statement Scale

وهو أبسط مقاييس الرسم ويعبر عنه بمسافة معينة على الخارطة وهذه تساوي مسافة محددة على سطح الأرض. وتستخدم وحدات قياسية مترية صغيرة للتعبير عن المسافة في الخارطة مثل السنتيمتر أو البوصة اما المسافة على الأرض فيعبر عنها بوحدات قياسية مترية اكبر مثل المتر أو الكيلومتر أو الميل. فمثلا يقال أن مقياس الخارطة واحد سم لكل كيلومتر أو بوصة واحدة لكل ميل وهكذا.

## ب) المقياس الكسري Fractional Scale

يعبر عن هذا المقياس بنسبة ثابتة وهي النسبة بين مسافة معينة من الخارطة إلى نفس المسافة على الأرض. ولهذا النوع من المقياس (شكلان) اما كسري اعتيادي أو بنسبة.

في حالة الكسر العادي يمثل البسط المسافة على الخارطة، ويرمز له (م خ) ويمثل المقام المسافة على الأرض وتعني المسافة الحقيقية ويرمز له (م ح) مع ملاحظة ان وحدات قياس المسافتين من نوع واحد. فمثلا اذا كان مقياس رسم خريطة ما ١/١٠٠٠٠٠ فهذا يعني الوحدة الواحدة من وحدات القياس على الخارطة تساوي ١٠٠٠٠٠ وحدة قياس على الأرض أي أن ١ سم في الخارطة يعادل ١٠٠٠٠٠ سم على الأرض.

يجب، ملاحظة أن بسط المقياس الكسري دائما يمثل واحد صحيح اما المقام فيمثل بأي عدد. لذلك لا يصح أن نعبّر عن مقياس الرسم بالصور التالية: ٣/٦٠٠٠٠ لذلك يجب علينا تبسيط هذا المقياس ليصبح كالتالي ١/٢٠٠٠٠٠.

في حالة التعبير عن المقياس في شكل نسبة فتكتب النسبة هكذا ١:٥٠٠٠٠٠ فالجزء الايمن من النسبة يمثل الوحدة في الخارطة اما الجزء الايسر فيمثل مقابل تلك الوحدة من وحدات على الأرض. وكما هو الحال في المقياس الكسري فان المقياس النسبي لا يمكن أن يكتب بالشكل الآتي ٣:٧٥٠٠ بل يجب أن يدون بعد تبسيطة كالتالي ١:٢٥٠٠. وتستخدم المعادلة التالية:

$$\text{مقياس الرسم} = \frac{\text{المسافة على الخارطة (م خ)}}{\text{المسافة الحقيقية (م ح)}}$$

في استخراج أي من المجهول اذا علم أو توفر اثنان من المعلوم.

(ج) المقياس الخطي أو البياني Linear or Graphic Scale

في هذه الحالة يعبر عن مقياس الخارطة بخط مستقيم يرسم اسفل الخارطة ويقسم هذا الخط الى وحدات بالستيمترات أو البوصات ويكتب فوق هذه الاقسام مايقابلها على الارض بالكيلومترات أو الاميال أو الاقدام.

توضح الامثلة التالية المقياس الخطي



هذا النوع من المقاييس له فائدة كبيرة في معرفة الأبعاد الخطية على الطبيعة مباشرة دون الحاجة الى اجراء عمليات حسابية فتقاس المسافة على الخارطة بنفس الوحدة المستخدمة في تقسيم المقياس الخطي ثم تقاس نفس المسافة على المقياس ويقرأ مايقابل هذه المسافة على الارض مباشرة. كذلك هذا النوع من المقاييس يبقى صالحا للاستعمال اذا ما صوّرت الخارطة.

تحويل مقياس الرسم من صورة إلى أخرى Scale conversion

يمكن تحويل مقياس الرسم من صورة الى اخرى حيث أننا في بعض الحالات نحتاج لذلك وخاصة عند حساب الأبعاد الخطية والمساحات. سوف نوضح كيفية تحويل مقياس الرسم باعطاء الأمثلة التالية:

مثال (١)

اذا اردنا تحويل المقياس المباشر ١ سم لكل ٢ كلم الى مقياس كسري فإنه يصبح كالآتي:

$$\frac{\text{المقياس}}{\text{المسافة على الأرض}} = \frac{\text{المسافة على الخارطة}}{\text{١ سم}} = \frac{\text{٢ كلم}}{\text{٢ كلم}}$$

نلاحظ أن وحدات القياس مختلفة لذلك توحد هذه الوحدات بتحويل الكيلومترات الى ستيترات.

$$\frac{\text{المقياس}}{\text{١ سم}} = \frac{\text{٢ كلم}}{١٠٠ \times ١٠٠٠ \times ٢}$$

$$\frac{\text{١ سم}}{\text{٢٠٠٠٠٠ سم}} =$$

$$\frac{\text{١}}{\text{٢٠٠,٠٠٠}} =$$

ويمكن كتابة هذا المقياس على شكل النسبة ١ : ٢٠٠,٠٠٠

(مثال ٢)

إذا كان لدينا المقياس التالي ١/٢٠٠,٠٠٠ وطلب منا تحويله الى مقياس خطي بالستيترات مع مايقابلها بالكيلومترات فاننا نتبع الخطوات التالية:

أ - نحول مقياس الرسم الى الصورة المباشرة فنجد أن مقياس الرسم يصبح ١ سم في الخارطة يقابلها ٢٠٠,٠٠٠ سم في الطبيعة أو ٢ كلم.

ب - نرسم خط مستقيم بطول ستة ستيترات، ملاحظة يمكن أن يكون الخط بأي طول مناسب، ثم نقسمه الى ستة وحدات كل وحدة طولها ١ ستيتر.

ج - نبدأ في ترقيم الوحدات التي حددناها على الخط المستقيم ابتداء من الصفر ثم يليه ٢، ٤، ٦، ٨، ١٠، ١٢ ونكتب كلمة كيلومتر بجانب اخر رقم كما هو موضح بالرسم التالي:



(مثال ٣)

إذا طلب منا تحويل المقياس الخطي أو البياني التالي الى مقياس نسبي فاننا نتبع الخطوات التالية:

- أ - نقيس طول وحدة القياس على المقياس فنجد أن طول كل وحدة من وحدات القياس تساوي ٢ سنتيمتر تقابلها ٢٠٠ متر على الارض.  
ب - نحسب المقياس من القانون:

$$\frac{\text{المقياس}}{\text{المسافة على الارض}} = \frac{\text{المسافة على الخارطة}}{٢ \text{ سم}} = \frac{٢٠٠ \text{ متر}}{٢٠٠ \text{ متر}}$$

نلاحظ أن الوحدات مختلفة فلذلك نوحدها بتحويل الامتار الى سنتيمترات فيصبح المقياس:

$$\frac{\text{المقياس}}{٢٠٠٠٠} = \frac{٢ \text{ سم}}{١٠٠ \times ٢٠٠ \text{ سم}}$$

نقسم على اثنين لكي نجعل البسط يساوي واحد

$$\frac{١}{١٠٠.٠٠٠} \text{ مقياس هو}$$

أو ١ : ١٠٠.٠٠٠

### الرموز أو المفتاح Symbols or Key

نظراً لأن الخرائط عبارة عن رسومات مصغرة لمناطق محددة فان توضيح كل المعلومات الموجودة في تلك المناطق على الخرائط يصبح أمراً صعباً ولذلك كان لابد من استخدام رموزا ومصطلحات لتوضيح الظواهر التي يصعب معرفتها، وهذا ما يعرف بمفتاح الخارطة.

توضع الرموز المستخدمة في الخارطة عادة على احد جوانب الخارطة ويكتب امام كل رمز مايعنيه. ولكل نوع من الخرائط رموز خاصة به الا أن هناك اتفاق

على الرموز المستخدمة في توضيح الظواهر الطبيعية. يوضح الشكل (١-٦) بعض الرموز المستخدمة في الخرائط الطبوغرافية في المملكة العربية السعودية.

### الموقع Location

تحد معظم الخرائط بشبكة الاحداثيات. واهم الاحداثيات المستخدمة هي خطوط الطول Longitudinal وخطوط العرض Latitude والتي توضح موقع المنطقة بالنسبة لخط الطول وخط العرض صفر.

في حالة عدم رسم خطوط الطول والعرض التي تحد المنطقة فعلى الاقل يجب أن يوضح اتجاه الشمال الحقيقي True North في الخارطة. وعادة يوضع الشمال الحقيقي في الخارطة بسهم يوضع في أعلى الخارطة على احد الجانبين. في بعض المناطق يكون هنالك انحراف للشمال الحقيقي عن الشمال المغناطيسي Magnetic North والذي يقاس بالبوصلة. ففي هذه الحالة يجب أن يوضح مقدار الانحراف بالدرجات.

لخطوط الطول والعرض واتجاه الشمال في الخارطة أهمية كبرى حيث بدونهم لا يمكننا تحديد موقع أي ظاهرة على الخارطة بدقة.



بحيرة أو بركة موسمية (قاع)		مناطق سكنية	
سبخة		مبان ومنشآت	
مستنقع		طريق ذو اتجاهين	
عيون، آبار دائمة		طريق رئيس (معبّد)	
عيون، آبار موسمية		طريق ثانوي (معبّد)	
سد		طريق تحت الانشاء	
ميناء بحرى		طريق رئيسى غير معبد	
مرسى		طريق ثانوي	
منارة		نهر، درب	
مناطق زراعة		معبر، جسر، نفق	
مزارع نخيل		علامة الكيلومتر	
بساتين فواكه		خط سكة جديد	
أشجار مناعدة		مسجد	
نخيل متباعد		مقبرة	
شجيرات		منجم، منطقة تعدين	
غُثب		علامة متميزة	
صف أشجار		قلمنة، آثار	
خطوط الارتفاع المتساوي		خط أنابيب زيت (سطحي)	
منخفض		خط أنابيب زيت (مدفون)	
جرف أو منحدر		بئر زيت، خزان زيت	
صخور		محطة ضخ	
المصطحات المائية قرب الشاطئ		مجرى ماء دائم	
شعاب مرجانية		مجرى ماء موسمي	
حاجز ترابي (عقم)		قناة	
علامة نسوية (الارتفاع بالامتار)		خط المد على الشاطئ	
نقطة ارتفاع (الارتفاع بالامتار)		بحيرة أو بركة دائمة	
حد (دولي علامة)			

شكل ٦ - ١ رموز الخرائط الطبوغرافية



**الباب السابع**

---

**الخرائط الطبوغرافية TOPOGRAPHIC MAPS**



## الباب السابع

### الخرائط الطبوغرافية Topographic Maps

#### مقدمة INTRODUCTION

توضح الخارطة الجيولوجية توزيع الصخور وطبيعة تكوينها والتراكيب الجيولوجية في منطقة ما مبينة عليها طبوغرافية تلك المنطقة .

إن القدرة على قراءة الخرائط الجيولوجية والاستفادة منها في معرفة جيولوجية المناطق التي تمثلها أو توزيع أنواع التربة فيها أمر هام بالنسبة لكل جيولوجي أو اختصاصي في العلوم ذات العلاقة والتي تحتاج للدراسات الجيولوجية وذلك لامكانية اختيار أو استبعاد مواقع استغلال بعض أنواع الصخور أو مواد البناء أو التربة وهذا ايضا يمكن الجيولوجي من التعرف على اماكن وجود المعادن والمياه الجوفية وغيرها من الثروات الاقتصادية .

إن الخرائط الموضحة في الأمثلة والتأريخ الآتية هي مصممة على أن تكون نماذج بسيطة لمناطق مثالية ، وأن القيم الواردة فيها محسوبة بحيث تعطى تلك المناطق وتركيبها الجيولوجي تناسقاً أو اشكالاً هندسية تسهل حل المسائل المتعلقة بهذه الخرائط . ولا بد أن يكون معروفاً لدينا أن أي منطقة في الطبيعة لايمكن أن تكون عادة بهذه البساطة بل تحتوي على تعقيدات وصعوبات يعتمد حلها على حسن تصرف الجيولوجي وخبرته في علم الخرائط .

وتوجد أنواع عديدة من الخرائط منها الخرائط الطبوغرافية Topographic maps ، (شكل ١-٧) . والخرائط الجيولوجية Geologic maps ومنها خرائط الطبقات مثل خرائط السحنات Facies maps ، (شكل ٨-١١) . وخرائط السماكة Isopach maps (شكل ٧-٢) وهذه الأنواع من الخرائط توضح توزيع الصخور تحت سطح الأرض .

وفي نهاية هذا الفصل سوف نوضح أمثلة عنها.

### الخارطة الطبوغرافية Topographic maps

الخارطة الكنتورية Contour map (شكل ٧-١ ب) هي التي تمثل اشكال الاجسام الطبيعية بابعادها الثلاثية، الطول والعرض والارتفاع. ولهذا يمكن تعريف الخارطة الطبوغرافية (الكنتورية) بأنها الخارطة التي توضح الشكل الطبيعي لسطح الارض من تضاريس مدركة في هيئة مرتفعات ومنخفضات. ويتم تمثيل هذا الاشكال على الخارطة بواسطة خطوط تسمى خطوط المناسيب (الكنتور)، Contour lines. كما ترسم المساقط الرأسية للاجسام الطبيعية مصغرة بنسبة ثابتة (مقياس الرسم) وهذه هي الخارطة الطبوغرافية (الكنتورية) هي الاساس الذي تسجل عليه المعلومات الجيولوجية في المنطقة، فينتج مايسمى بالخارطة الجيولوجية. لذلك قبل أن نتحدث عن الخرائط الجيولوجية لابد من شرح الخرائط الطبوغرافية وطرق التعبير عن المعالم الجيولوجية المختلفة لسطح الارض عليها.

أ) اتجاه الشمال North

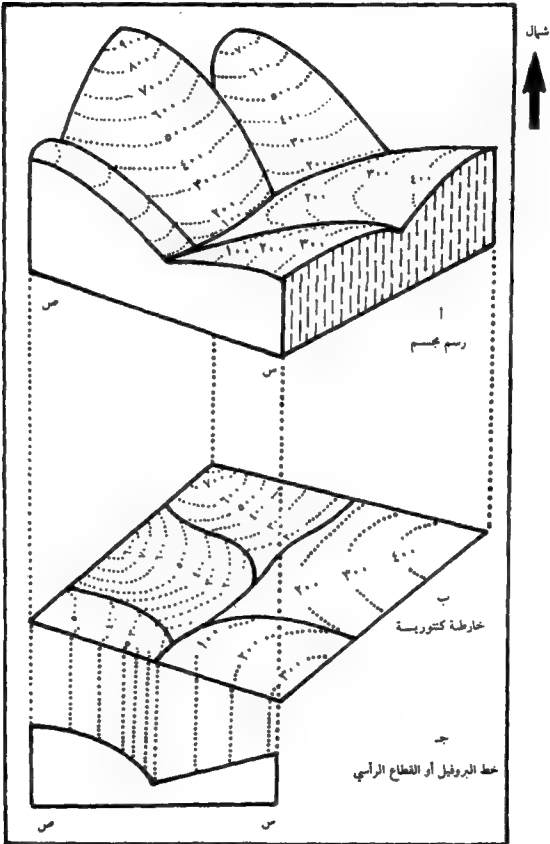
عادة يرسم اتجاه الشمال على يمين الخارطة.

ب) خطوط الكنتور Contour lines

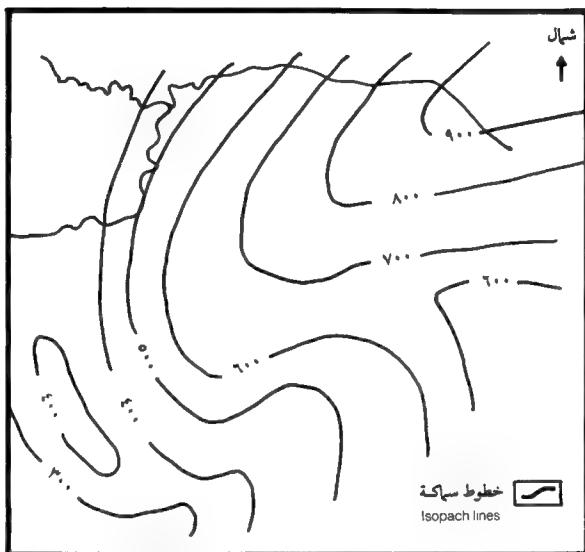
خط الكنتور أو خط المنسوب هو مسقط الخط الوهمي الذي يصل جميع النقاط على سطح الشكل الطبوغرافي التي لها نفس الارتفاع أو الانخفاض عن مستوي معين الذي هو غالبا مايعزى الى مستوي سطح البحر الذي اتخذ كأساس لقياس الارتفاعات والانخفاضات نظرا لتساوي سطحه في جميع انحاء العالم واتفق على اعطائه القيمة صفر. ويحمل كل خط كنتور في الخارطة رقما يدل على منسوبه بالنسبة لسطح البحر.

من أهم خواص خطوط الكنتور هي أنها لايمكن أن تتقاطع، اذ أن تقاطع خطى كنتور لهما ارتفاعات مختلفان معناه أن سطح الارض في نقطة التقاطع لها قيمتان وهذا طبعا مستحيل.

يبين الشكل رقم (٧-١ أ) رسما مجسما لمنطقة بسيطة التضاريس وموضحا عليه خطوط تمثل مناسيب متعاقبة من اسفل الى اعل بالنسبة لسطح البحر.



شكل (٧ - ١) خارطة طبوغرافية TOPOGRAPHIC MAP



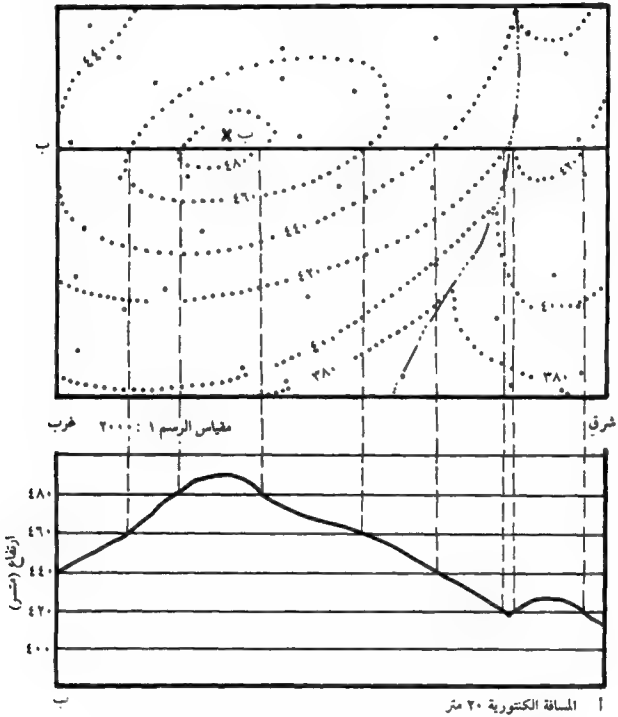
شكل (٧-٢) خارطة السماكة ISOPACH MAP

لو أننا رسمنا مسقطاً رأسياً لخطوط المناسيب (الكتور) كما هو مبين في الشكل (٧-١ب) فإن هذا يكون مانسبه بالخارطة الكتورية (الطبوغرافية) للمنطقة. وبدراسة هذه الخارطة نجد أن الخطوط الكتورية تعكس كل أوصاف التضاريس التي يبينها الشكل المجسم، وسوف يتم شرح ذلك عندما نوضح المعالم الطبوغرافية.

ج) المسافة الكتورية Contour Interval

أن الفرق في القيمة العددية بين أي خطين كتورين متجاورين على الخارطة الكتورية يمثل المسافة الرأسية بين البعدين على الشكل الطبوغرافي وهي ثابتة في الخارطة الواحدة شكل (٧-٣).





شكل (٧ - ٣) طريقة توصيل خطوط المناسيب والمسافة الكنتورية

(د) تحديد الارتفاعات من خطوط الكنتور: Elevation Determination from Contour Lines

إذا كانت النقطة المراد تحديد ارتفاعها تقع على خط كنتور فإن ارتفاع تلك النقطة يساوي قيمة خط (الكنتور) ارتفاعاً. أما إذا كانت النقطة المراد تحديد ارتفاعها تقع بين خطين كنتورين فإنه يمكن تحديد ارتفاعها بالتقريب فعلى سبيل المثال إذا كانت

هناك نقطة تقع في منتصف المسافة بين خطى كتور ١٠٠، ٢٠٠ متر فارتفاع هذه النقطة لابد من أن يكون أكثر من ١٠٠ متراً وقل من ٢٠٠ متراً ويمكن تحديده بالتقريب وهو ١٥٠ متر. أما إذا كانت النقطة المراد تحديد ارتفاعها تقع بين خطين ولكنها أقرب لأحد الخطين منه للأخر فإن ارتفاع هذه النقطة يكون مقارب لارتفاع الخط الذي تقع بالقرب منه.

#### (هـ) ترقيم خطوط الكنتور: Numbering of Contour Lines

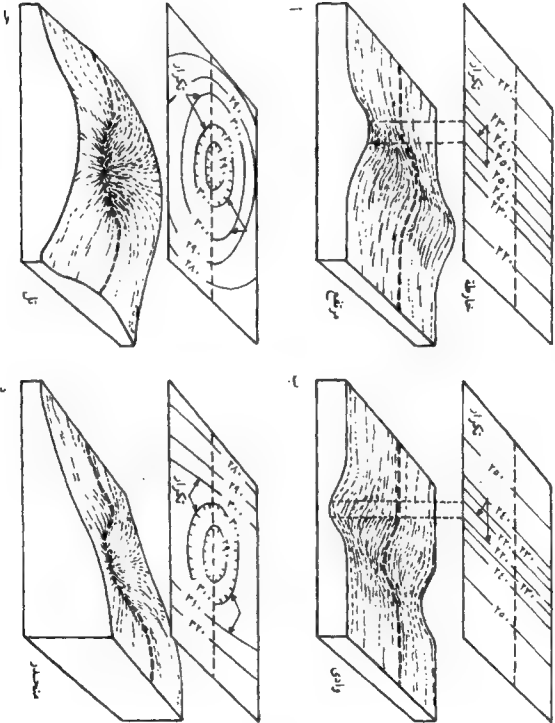
عند ترقيم خطوط الكنتور يجب ملاحظة أنه عند قمم أظهُر المرتفعات Ridges وقيعان الوديان يحدث انعكاس لاتجاه الانحدار من احد جوانبة الظاهرة إلى الجانب الآخر ويقابل هذا الانعكاس تكرار خطوط الكنتور. ولتصور ذلك تخيل انك تعبر مرتفع أو وادي وذلك في مسار مستقيم. عندما ينعكس اتجاه المنحدر فانك سوف تمر بنقاط لها ارتفاع مساو لارتفاع نقاط سبق وأن مررت عليها قبل انعكاس اتجاه المنحدر أي انك سوف تعبر خطوط كتور سبق أن عبرتها من قبل (الشكل ٧-٤ أ ، ب).

هنالك حالات اخرى يتكرر فيها قيم ارتفاعات خطوط الكنتور وذلك في حالة وجود منخفض Depression على قمة مرتفع (الشكل ٧-٤ ج) أو وجود منخفض على منحدر (الشكل ٧-٤ د).

في حالة وجود منخفضات في وسط مناطق مرتفعة فإن قيم ارتفاعات خطوط الكنتور تتناقص بقيمة الفاصل الكنتوري وترسم على خطوط الكنتور في هذه الحالة خطوط صغيرة تشير الى اتجاه النقص في قيم الخطوط. (انظر الشكل ٧-٤ د).

عند ترقيم خطوط الكنتور في حالة وجود منخفض في اعلى قمة مرتفع نجد أن قيمة اخر خط كتور تتكرر قبل الوصول الى المنخفض (الشكل ٧-٤ ج) ثم بعد ذلك نجد أن قيم ارتفاعات خطوط الكنتور تتناقص بقيمة الفاصل الكنتوري. اما عند ترقيم خطوط الكنتور في حالة وجود منخفض على منحدر (الشكل ٧-٤ د). فنلاحظ أن قيم خطوط الكنتور تتكرر عند اسفل المنحدر قبل الوصول إلى المنخفض وعند الخروج من المنخفض والسير نحو أعلى المنحدر فنلاحظ أن قيم خطوط الكنتور تتزايد ولا تتكرر قيمة آخر خط.

لتوضيح كيفية ترقيم خطوط الكنتور سوف نحل المثالي التالي:



شكل (٧ - ٤) كيفية ترقيم خطوط الكنتور

**مثال :**

يوضح (الشكل ٧ - ٥ أ) خارطة تضاريسية لمنطقة بها خطوط كتور غير مرقمة. بمعرفة ارتفاع نقطة الخارطة ولتكن النقطة أ ارتفاعها ١٠٥ متر فوق مستوي سطح البحر وبمعرفة الفاصل الكتوري وليكن ١٠ امتار ومن تلك المعلومات يمكننا ترقيم خطوط الكتور .

**الحل :**

بما أن الفاصل الكتوري الذي سوف ترقم به الخارطة يساوي ١٠ امتار فإذا لابد من أن تأخذ قيم خطوط الكتور ارتفاعات تساو مضاعفات الفاصل الكتوري، مثل الارتفاعات ٧٠، ٨٠، ٩٠، ١٠٠ . . وهكذا.

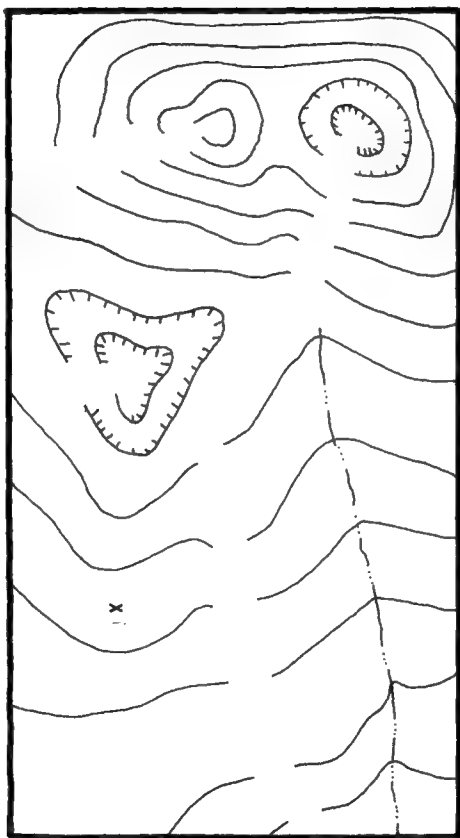
بفحص الخارطة نجد أن النقطة (أ) تقع في منتصف المسافة بين خطي كتور ولتحديد ارتفاع أي من الخطين الذين تقع بينهما النقطة (أ) لابد من تحديد أي الخطين قيمة ارتفاعه اعلى من ارتفاع النقطة (أ) وإيمم ارتفاعه اقل من ارتفاع (أ).

بالرجوع الى الخارطة نجد أن الخطين يقطعها مجرى مائي يقع منبعه ناحية الشرق ويقع مصبة ناحية الغرب . ومن خواص خطوط الكتور أنها عند تقاطعها مع مجارى المياه تأخذ الشكل رقم ٨ بحيث يشير الجزء المدب الى المنبع والجزء المفتوح الى المصب . وهذا يعنى أن خط الكتور الذي يقع الى الشرق من (أ) يجب أن يكون ارتفاعه اكبر من ١٠٥ متر وبالتحديد ارتفاعه ١١٠ متر. اما الخط الذي يقع الى الغرب فارتفاعه يجب أن يكون اقل من ١٠٥ متر وبالتحديد ١٠٠ متر (شكل ٧ - ٥ ب).

بعد معرفة قيمة أي خط كتورى يصبح ترقيم بقية الخطوط امراً سهلاً وإثناء الترقيم يجب مراعاة الخطوات التي سبق شرحها.

**المعالم الطبوغرافية Topographic features**

تعكس الخطوط الكتورية في الخارطة الطبوغرافية وتضاريس المنطقة ويمكن أن يستدل منها على نوع الصخور في المنطقة . ومن أهم خواص خطوط المناسيب أنها تعكس المعالم الطبيعية والتي يمكن التعرف عليها من تراحم أو تباعد خطوط المناسيب . وفيما يلي أهم المعالم الطبوغرافية وكيفية ظهورها في الخارطة الطبوغرافية .

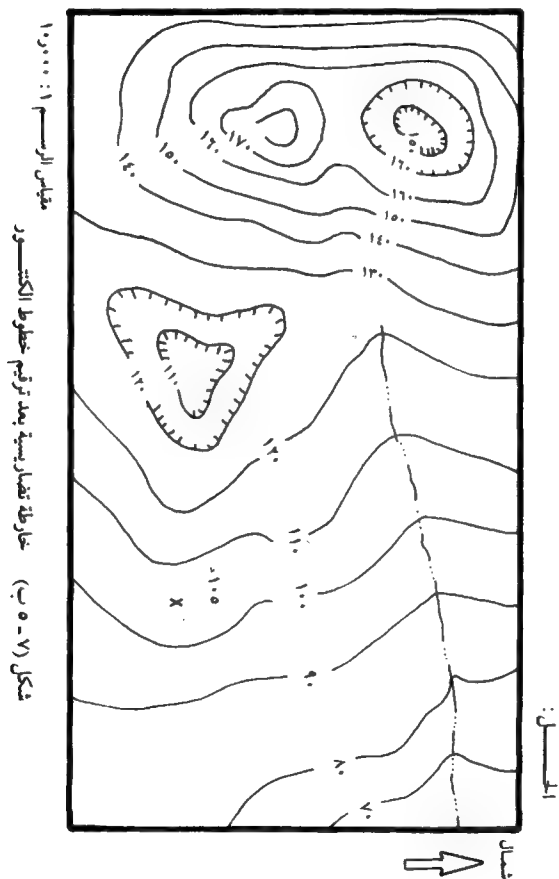


مثال:



مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

شكل (٧-١٥) خارطة تضاريسية قبل ترقيم خطوط الاكتسور

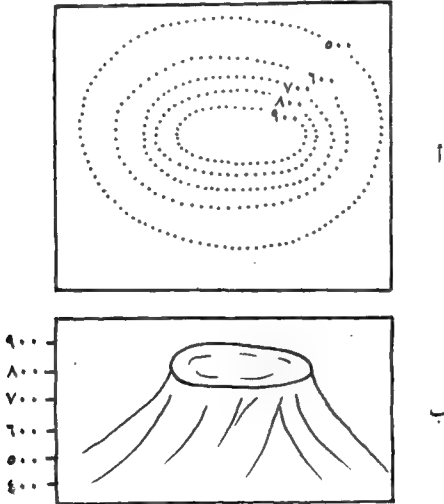


## (١) السهل Plain

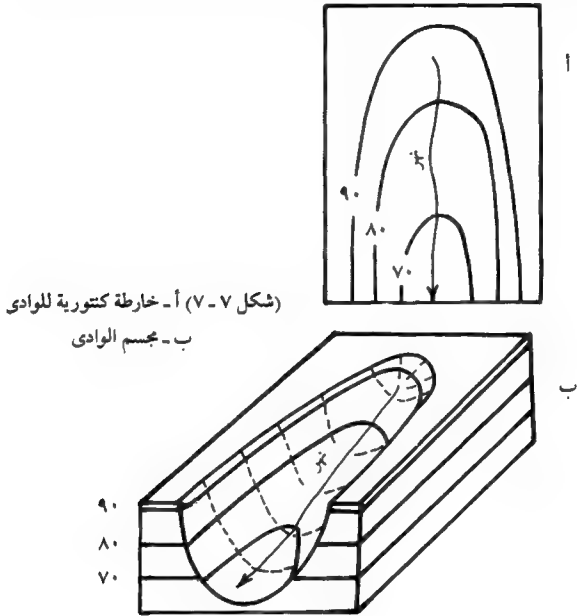
وهو عبارة عن ارض منبسطة فوق جزء منخفض بالنسبة لما حولها. ويتميز السهل في الخارطة الطبوغرافية بعدم وجود خطوط كتور متزاخمة ولكن تمثلة خطوط كتورية متباعدة ومحاط بخطوط كتور تزداد تدريجيا في الارتفاع مبينة مايجده من ارض مرتفعة أو جبلية.

## (٢) الهضبة Plateau

هي ارض منبسطة كبيرة الطول والعرض تقع فوق جزء مرتفع وتنحدر جوانبها تدريجيا. ويتميز مسطح الهضبة على الخارطة بعدم وجود خطوط كتور أو وجود خطوط متباعدة محاطة بخطوط كتور تقل تدريجيا في الارتفاع (شكل ٧-٦).



(شكل ٧-٦) أ. خارطة كتورية للهضبة ب. مجسم الهضبة



(شكل ٧-٧) أ - خارطة كتتورية للوادي  
ب - مجسم الوادي

### (٣) الوادي Wadi

وهو عبارة عن شريط ضيق من ارض منخفضة قليلة العرض تمتد إلى مسافة طويلة يحيط بها من الجانبين ارض مرتفعة. وتندرج ارض الوادي في الارتفاع في اتجاه المنبع. ويلاحظ من الخارطة الكتتورية أن الانهار أو الوديان عندما تقطع خطوط الكتتور فإن هذه تكون دائما منحنية في شكل رقم ٨، الذي يشير رأسه دائما ناحية المنبع. وينتج ذلك في أن الوديان أو الانهار تنحدر في الاماكن التي تجري فيها مما يؤدي الى انخفاض مجاريها عن الارض المجاورة لها، وهذا يجعل خطوط الكتتور تنحرف نحو اعلى المجرى لتمر بنقطة لها نفس الارتفاع وذلك بعد حفر المجرى الباقي لخط الكتتور (شكل ٧-٧)



#### ٤) الجبال Mountains

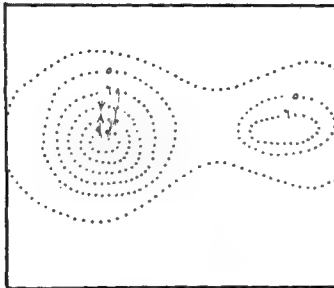
تختلف الجبال في اشكالها فمنها الغير منتظم ومنها المنتظم. وتمثل على الخارطة الكنتورية بخطوط كتور متزاخمة تزداد قيمتها من الداخل وتقل في الخارج. والجبال المنتظمة الشكل منها الجبال المخروطية الشكل وتكوّن هذه الخطوط الكنتورية دوائر متحدة المركز تقريبا.

#### ٥) التلال Hills

مفردها تل وهو جبل صغير يقل ارتفاعه عن ٦٠٠ متر ويكون على شكل مستطيل أو مخروط. واذا كان مستطيل الشكل يكون على هيئة هضبة صغيرة. واذا كان مخروطي الشكل يكون على هيئة جبل صغير عادي (شكل ٨-٧).

#### ٦) السرج saddle

منخفض يقع بين تلّين تشكلا اصلا نتيجة انحدار وادي عبر جبل كبير مما ينجم عنه فصل هذا الجبل الى تلّين (شكل ٨-٧)



(شكل ٨-٧)

أ - خارطة كنتورية للتلال  
ب - مجسم التل



ب

## (٧) المنحدرات Slopes

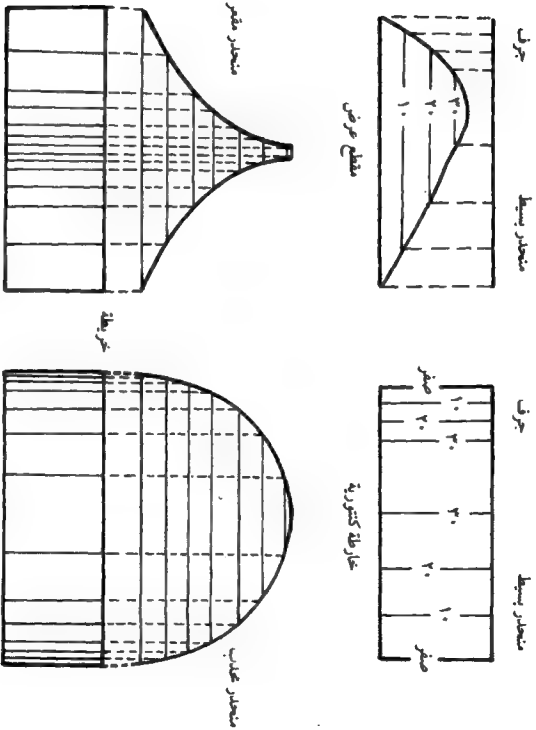
جمع منحدر وهي المناطق المرتفعة في الخارطة الكتورية والتي تنحدر جوانبها بزوايا مختلفة. ففي المناطق الجبلية الشديدة الانحدار نجد أن خطوط الكتور تكون متزاخمة وقريبة جدا من بعضها البعض مكونة منحدر يسمى الجرف (Cliff)، شكل (٩-٧).

وعندما يكون المنحدر لطيف أو خفيف الانحدار Gentle slope نجد أن خطوط الكتور متباعدة حيث تتسع المسافة بين خطوط المناسيب، (شكل ٩-٧).

وإذا كان المنحدر مركب من منحدرين، مثلا أن يكون ذو ميل لطيف أعلى الجبل ويصبح شديد الانحدار أو جرف في أسفل الجبل، عندئذ يسمى هذا النوع منحدر محذب وتمثله خطوط كتورية متباعدة عند أعلى منحدر الجبل ومتقاربة في أسفل منحدر الجبل. (شكل ٩-٧).، وعكس ذلك يسمى منحدر مقعر حيث يظهر على الخريطة الكتورية في شكل خطوط مناسيب متقاربة جدا عند أعلى المنحدر ومتباعدة عند أسفله (شكل ٩-٧).

## القطاع الطبوغرافي أو التضاريسي Topographic Profile or Section

أو خط البروفيل وهو مقطع جانبي رأسى في اتجاه معين للمنطقة المثلة على الخارطة الكتورية. ويمثل شكل سطح الأرض في قطاع رأسى يبين التضاريس على امتداد هذا الاتجاه. ولعمل هذا المقطع يرسم محورين متعامدين، المحور الأفقى يمثل المستوى الأفقى بينما المحور الرأسى يمثل عليه قيم الارتفاعات أو الانخفاضات على الخارطة ويقسم المحور الرأسى بأقسام منتظمة لها قيم تتدرج في الارتفاع من المستوى الأفقى الى أعلى قيمة في الخارطة وذلك حسب مقياس الرسم. إلا إذا طلب غير ذلك كتكبير لمقياس الرسم الرأسى (مبالغة الرأسية - Vertical exaggeration) لكي تظهر التفاصيل الجيولوجية بوضوح. ويلاحظ دائما أنه يجب التقيد باستعمال نفس مقياس رسم الخارطة على المحور الرأسى لخط البروفيل إذ أن الشكل الطبيعي لهذا الخط ينتج فقط باستعمال المقياس الذي رسمت به الخارطة ويتغير حتما شكل هذا الخط عند استعمال مقياس آخر.



أنواع المنحدرات (شكل ٧-٩) SLOPES TYPES

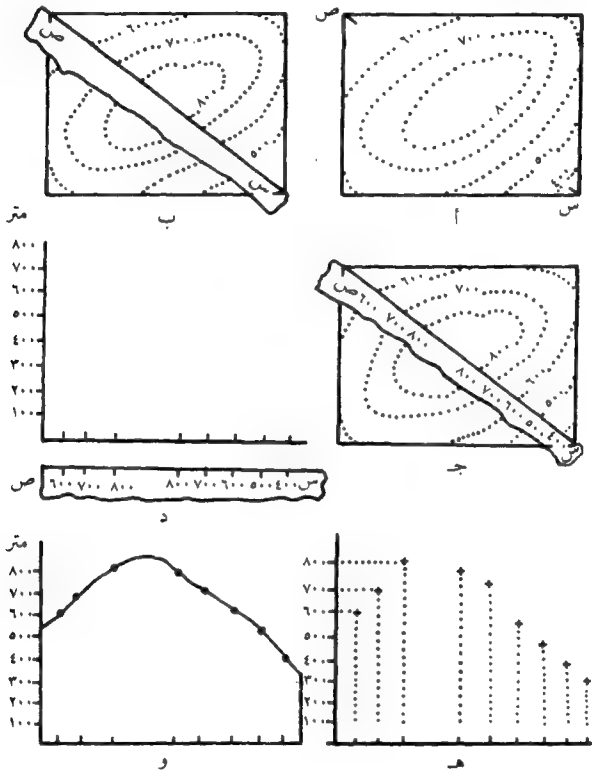
وتتلخص خطوات عمل القطاع الجانبي على النحو التالي:

- (١) يحدد القطاع المراد رسمة على الخارطة الكتورية وليكن المقطع س ص على الخارطة المرفقة (شكل ٧- ١٠ أ).
- (٢) يوضع شريط من الورق بحيث تنطبق حافته على الخط س ص (شكل ٧- ١٠ ب).
- (٣) يحدد بداية ونهاية القطاع على شريط الورق فتكتب قيمتها التقريبية س = ٣٥٠ متر، ص = ٤٨٠ متر). ويحدد كذلك تقاطعات حافة شريط الورق مع خطوط الكتور المسار بها مع كتابة قيمتها العددية (شكل ٧- ١٠ ج).
- (٤) يوضع شريط الورق وحافته منطبقه على المحور الأفقي واحدى نهايتيه منطبقه مع تقاطع المحورين وتنقل مواضع خطوط الكتور بقيمتها على المحور، مستعملا نفس مقياس رسم الخارطة. ، ترفع قيم خطوط الكتور من المحور الأفقي الى مايقابلها من ارتفاع على المحور الرأسى (شكل ٧- ١٠ د).
- (٥) توصل جميع النقاط الناتجة بخط متصل يعبر عن شكل تضاريس المنطقة على امتداد اتجاه س ص (شكل ٧- ١٠ هـ).
- (٦) يوضع مقياس الرسم في أعلى القطاع الجانبي كما يحدد اتجاه النقطة س والنقطة ص كما هو موضح في الشكل (٧- ١٠ و). ويوضع الشكل (رقم ٧- ١١) مثال آخر لرسم القطاع الجانبي.

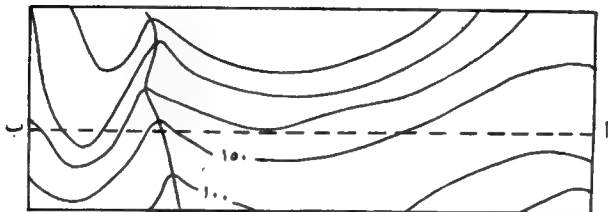
### المبالغة الرأسية Vertical Exaggeration

عند رسم القطاع الجانبي عادة مايكون مقياس الرسم العمودي مساو لمقياس الرسم الأفقي الموضح على الخارطة ولكن في بعض الأحيان نحتاج الى ايضاح بعض البنات أو المعالم الجيولوجية ولهذا يتم مضاعفة مقياس الرسم العمودي مع تثبيت مقياس الرسم الأفقي وعندها تكون قد عملنا مبالغة عمودية . ويمكن حساب هذه المبالغة من المعادلة التالية:

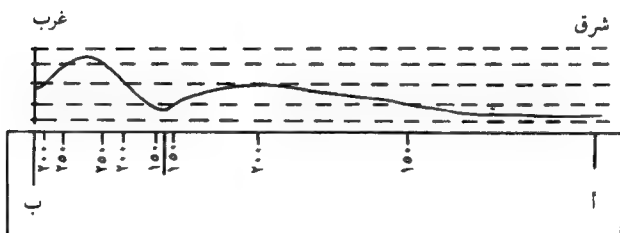
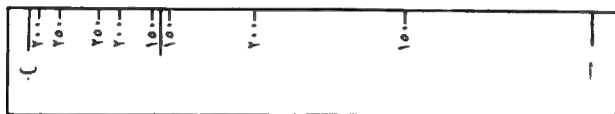
$$\text{المبالغة العمودية} = \frac{\text{مقياس الرسم الأفقي}}{\text{مقياس الرسم العمودي}}$$



## خارطة كنتورية



مقياس الرسم ١ سم = ٢٠٠ متر



شكل (٧ - ١١) طريقة رسم القطاع الطبوغرافي
















### الخريطة الجيولوجية Geologic Map

هي الخريطة التي توضح توزيع الصخور على سطح الأرض لمنطقة معينة، كما تبين أنواع الصخور المكونة للمنطقة التي تمثلها، وكذلك تدل على علاقات الصخور ببعضها البعض وتراكيبها البنائية. وكل ذلك يتم ايضاحه على الخريطة بالرموز والالوان، (شكل ٧-١٢).

كما توضح الخريطة الجيولوجية أنواع عديدة من الصخور وقد تحتوي الخريطة على الصخور الرسوبية فقط وقد تحتوي على الثلاثة أنواع من الصخور (رسوبية، نارية، متحولة).

### دليل الخريطة Legend

تحتوي كل خارطة جيولوجية على مايسمى بالدليل Legend وهو بمثابة مفتاح يبين معاني ماعليها من رموز والوان وغيرها. وهناك اتفاق عام بين الجيولوجيين على استعمال رمز ولون معين لكل نوع من الصخور أو بنية جيولوجية. ويوضح الشكل (٧-١٢ أ) الرموز والالوان المستعملة للدلالة على أنواع الصخور. وفي الدليل توضع الصخور الحديثة اعلى العمود واقدمها عند قاعدته، وترسم رموز البنيات الجيولوجية عند اسفل العمود شكل (٧-١٢ ب). ويمكن أن يمثل عمود الدليل بنفس المقياس الذي رسمت به الخريطة حتى يتضح السمك النسبي للطبقات المختلفة بالمنطقة. ولكن هناك كثير من الخارطة التي لايراعى في رسم دليلها التقيد بمقياس رسم الخارطة بل تبين انواع الصخور في خانات متساوية الارتفاع. وغالبا ماتكون هذه الخانات منفصلة، يبين كل منها نوعا من الصخور المثلة على الخريطة وتكتب على احد جوانب الدليل اسماء الصخور وفي الجانب الاخر يكتب اسم العصر أو الفترة الزمنية التي تكون فيها كل صخر ويمثل ذلك عمر الصخر.

اللون	الرمز	اسم الصخر
أزرق		حجر جير LIMESTONE
أصفر		حجر رمل SANDSTONE
أخضر		طَفَل SHALE
برتقالي		كونجلوميرات CONGLOMERATE
برتقالي مخطط		رواسب نهريّة ALLUVIUM
أزرق + أخضر		مارل MARL
وردي		متبخرات EVAPORITES
أزرق منقط		حجر جير بطروخي OOLITIC LIMESTONE
بنّي		دلومايت DOLOMITE
أحمر أو بنفسجي		صخور نارية IGNEOUS ROCKS
أخضر مخطط أو منقط		حجر وحل MUDSTONE
أصفر مخطط		حجر طين CLAYSTONE
أخضر منقط باسود		جريت GRIT
أزرق مخطط		طَفَل أسود BLACK SHALE
		حجر جير طحليّ ALGAL LIMESTONE

شكل (٧-١٢) رموز وألوان بعض الصخور المستعملة في الخرائط الجيولوجية



### BEDDING EXPLANATIONS MARKS

### (١) علامات توضيح التطبق

UNCONFORMITY

سطح عدم توافق

STRIKE & DIP DIRECTION

٦٠ اتجاه الامتداد (المضرب) والميل

HORIZONTAL STRATA

طبقات أفقية

VERTICAL STRATA

٦٢ طبقات رأسية

OVERTURNED STRATA

٦٤ طبقات مقلوبة

### FOLD MARKS

### (٢) علامات توضيح الطيات

ANTICLINE FOLD

٦٦ طية محدبة قائمة غير غاطسة

SYNCLINE FOLD

٦٨ طية مقعرة قائمة غير غاطسة

OVERTURNED ANTICLINE FOLD

٦٩ طية محدبة مقلوبة غير غاطسة

OVERTURNED SYNCLINE PLUNGING

٧٠ طية مقعرة مقلوبة غاطسة

PLUNGING ANTICLINE FOLD

٧١ طية محدبة قائمة غاطسة

PLUNGING SYNCLINE FOLD

٧٢ طية مقعرة قائمة غاطسة

OVERTURNED PLUNGING ANTICLINE

٧٣ طية محدبة مقلوبة غاطسة

OVERTURNED PLUNGING SYNCLINE

٧٤ طية مقعرة مقلوبة غاطسة

### FAULT MARKS

### (٣) علامات توضيح الصدوع

THRUST FAULT

٧٥ صدع دسري

STRIKE FAULT

٧٦ صدع مضربي تشير الأسهم الى

اتجاه الازاحة النسبية

NORMAL FAULT

٧٧ صدع عادي ذو ازاحة ناحية الميل

توضح الحركة النسبية بالرموز ص

(صاعد) ، هـ (هابط)

DIRECTION OF FAULT DIP

٧٨ اتجاه ميل الصدع

VERTICAL FAULT

٧٩ صدع رأسي

شكل (٧ - ١٢) رموز البنيات الجيولوجية



## الباب الثامن

---

### HORIZONTAL STRATA    الطبقات الأفقية



## الباب الثامن

### الطبقات الأفقية

#### Horizontal Strata

#### مقدمة INTRODUCTION

الصخور الرسوبية هي صخور ترسبت في وسط مائي أو هوائي واغلبيتها تشكل طبقات أفقية بعضها فوق بعض . تتراكم معظم أنواع الرواسب تحت سطح الماء في طبقات مستوية ومتتابعة ذات تباين واضح ومختلفة في التكوين بعضها فوق بعض . ولذلك تسمى بالصخور الطباقية (Stratified Rocks) وتعرف هذه الظاهرة نفسها بالطباقية (Stratification) ويسمى السطح الفاصل بين كل طبقة واخرى بمستوي التطبق . (Bedding plane). ويحد كل طبقة سطحين احدهما سطحها العلوي وهو في ذلك الوقت السطح السفلي للطبقة التي تعلوها، والاخر هو السطح السفلي لها وهو ايضا يمثل السطح العلوي للطبقة الموجود اسفلها شكل (٨-١) .

السطح العلوي للطبقة أ	_____	
	الطبقة أ	
السطح السفلي للطبقة أ	_____	السطح العلوي للطبقة ب
	الطبقة ب	
السطح العلوي للطبقة ج	_____	السطح السفلي للطبقة ب
	الطبقة ج	
السطح السفلي للطبقة ج	_____	

شكل (٨ - ١) تحديد أسطح الطبقات .

### تتابع الطبقات Succession of strata

تتوالى الطبقات عادة واحدة فوق الأخرى وتكون أقدم الطبقات في أي مجموعة منها هي الطبقة السفلي في هذه المجموعة وأحدثها أعلى طبقة فيها. ولهذا القاعدة شواذ في حالات خاصة قد تنقلب فيها الأوضاع نتيجة تأثير الطبقات بالحركات الأرضية. وقد يكون التابع متوافقا Conformable إذا كانت الطبقات قد ترسب الواحدة اثر الأخرى بدون توقف مؤقت في الترسيب، أو قد يكون عديم التوافق Unconformable إذا حدث توقف في الترسيب وأزيلت أجزاء من الطبقات التي ترسبت بواسطة عوامل التعرية ثم ترسبت طبقات أخرى جديدة فوق السطح الذي حدثت عنده التعرية. وهذا تكون الطبقات التي تحت سطح التعرية عديمة التوافق مع الطبقات التي فوق سطح التعرية. ولعدم التوافق علامات كثيرة ستذكر بعضها بالتفصيل فيما بعد.

### مكاشف الطبقات Outcrops

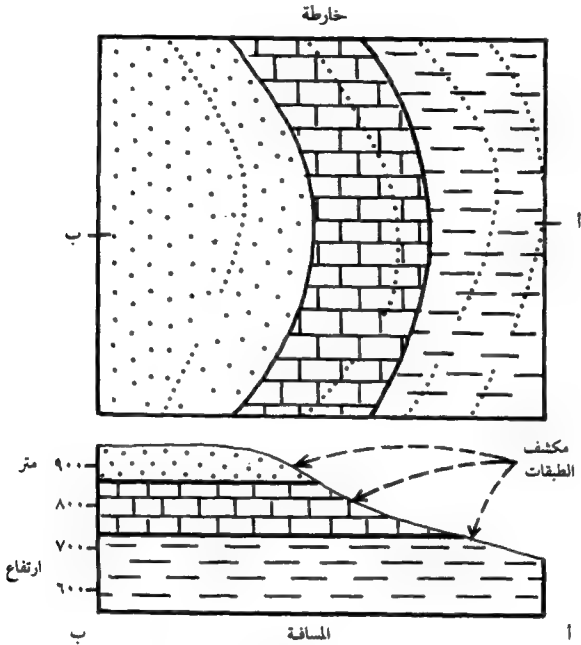
عندما تتكون الطبقات تكون أفقية وتغطي أعلى طبقة من هذه المجموعة كل الطبقات التي تحتها تماما ولكن عوامل التعرية لا تلبث أن تعمل على حفر الوديان ونحت الجبال والتلال وعلى منحدرات هذه الجبال والتلال والوديان تظهر أجزاء من الطبقات التي تقع تحت الطبقة العليا التي كانت تخفي كل ماتحتها من طبقات أخرى ويسمى الجزء الذي يظهر على سطح الأرض بمكشاف الطبقة Outcrop (شكل ٨-٢).

مكشاف الطبقة هو ذلك الجزء المحصور بين الخط الذي يمثل تقاطع سطح الطبقة العلوي والخط الذي يمثل تقاطع سطح الطبقة السفلي لهذه الطبقة من سطح الأرض. فإذا كانت الطبقة أفقية فإن تقاطع كل من سطحي الطبقة مع سطح الأرض لا بد وأن يكون أفقيا. والخطان الأفقيان اللذان يحصران مكشاف الطبقة فيا بينهما بدوران حول منحدر الجبل الذي تظهر فيه الطبقة على ارتفاع ثابت لكل منها. وإذا تأملنا هذا القول جيدا نجد أنه قريب من تعريف خط الكتور بل هو مطابق له.

### تمثيل مظاهر الطبقات الأفقية على الخارطة الكتورية:

#### Horizontal Strata on Contour Map

يطلق على الطبقة الجيولوجية طبقة أفقية إذا كان سطحها العلوي والسفلي موازيين لمستوي سطح البحر أي أن زاوية ميلها على المستوي الأفقي تساوى صفر. وبالتالي



شكل (٨ - ٢) مكاشف الطبقات الأفقية

فإن الأسطح الفاصلة للطبقات الأفقية تنطبق أو تتوازي مع خطوط المناسيب (الكتور) في الخارطة الكتورية ولا تتقاطع معها.

لرسم الطبقات الأفقية على الخارطة الكتورية لابد من معرفة تتابع الطبقات، وارتفاع سطح كل طبقة عن مستوى سطح البحر وهذا يستدل عليه من مفتاح الخارطة ويتم ذلك باعطاء نقطة معلومة الارتفاع عن مستوى سطح البحر على الخارطة

الكتنورية للسطح العلوي أو السفلي لطبقة معينة محدودة السمك ثم يعطى بيان عن نوعية تتابع باقي الصخور.

مثال:

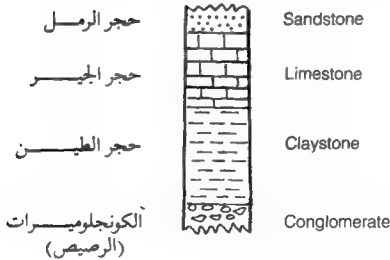
على الخارطة الكتنورية شكل (٨-٣ أ) عند النقطة أ يظهر السطح السفلي لطبقة من حجر الجير سمكها ١٥٠ متر وتعلوها طبقة من الرمل غير معلومة السمك وتحتها طبقة من حجر الطفل سمكها ٢٠٠ متر واسفل طبقة الطفل طبقة من الكونجلوميرات غير معلومة السمك.

المطلوب:

- (١) رسم الدليل الجيولوجي
- (٢) رسم مظاهر الطبقات الأفقية.

الحل:

(١) يرسم الدليل الجيولوجي موضحا سمك الطبقات وتتابعها:

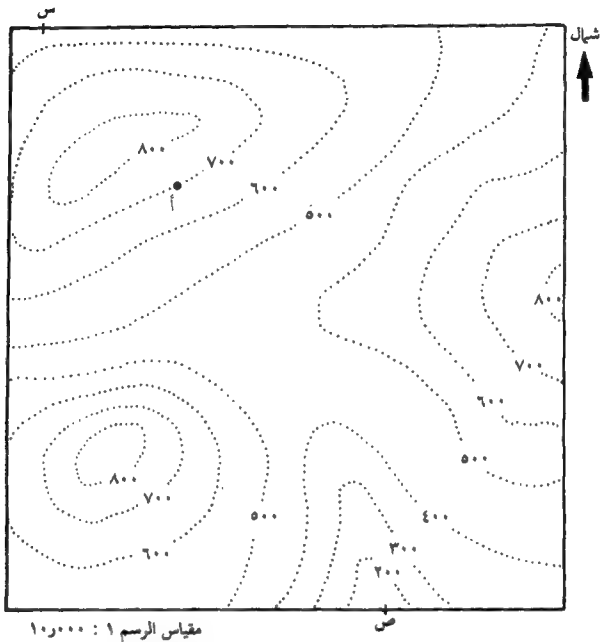


(٢) ترسم مكاشف الطبقات كما يلي:

أ) على خط كتور ٥٠٠ متر يرسم خط يمثل السطح السفلي لطبقة حجر الجير وعلى مستوى ٦٥٠ متر يرسم خط يمثل السطح العلوي لطبقة حجر الجير وايضا يمثل السطح السفلي لطبقة حجر الرمل، تشكل المنطقة الواقعة بين منسوبي ٥٠٠ متر و ٢٥٠ متر برمز حجر الجير شكل (٨-٣ ب).

ب) المنطقة اعلى من المنسوب ٦٥٠ متر تشكل برمز حجر الرمل.





شكل (٨ - ٣) مثال لرسم الطبقات الأفقية

- (ج) عند منسوب ٣٠٠ متر يرسم خط يمثل السطح السفلي لطبقة الطفل، وتشكل المنطقة المحصورة بين منسوبي ٢٠٠ مترو ٥٠٠ متر برمز الطفل.
- (هـ) المنطقة أسفل المنسوب ٣٠٠ متر تشكل برمز الكونجولوميرات شكل (٨-٣ ب).

### حساب عمق الطبقات الأفقية في الآبار

Calculation of Horizontal Strata Depth From Well

تحفر أحياناً آبار تبدأ من سطح الأرض وتخترق الطبقات التي تمر بها حتى تصل إلى

العمق المطلوب ولهذا فإن عمق البئر هو المسافة الرأسية بين سطح الأرض وسطح الطبقة المراد معرفة بعدة عن السطح .

لحساب العمق اللازم حفره للوصول الى سطح طبقة علينا أن نتحقق من ارتفاع النقطة التي بدأ منها الحفر على سطح الأرض وذلك من قيمة خط الكتور الذي يمر بنقطة الحفر سواء أكان خط الكتور أساسياً مرسوماً على الخارطة أو خطأً مساعداً رسمناه لكي يمر بهذه النقطة، ويعرف العمق:

العمق = ( ارتفاع نقطة حفر البئر من قيمة الكتور ) - ( ارتفاع سطح الطبقة المراد الوصول اليه )

مثال:

على الخارطة الجيولوجية (شكل ٨-٣ ب) أوجد العمق اللازم حفره عند النقطة أ للوصول الى السطح العلوي لطبقة الكونجولوميرات .

الحل:

ارتفاع النقطة أ = ٧٠٠ متر

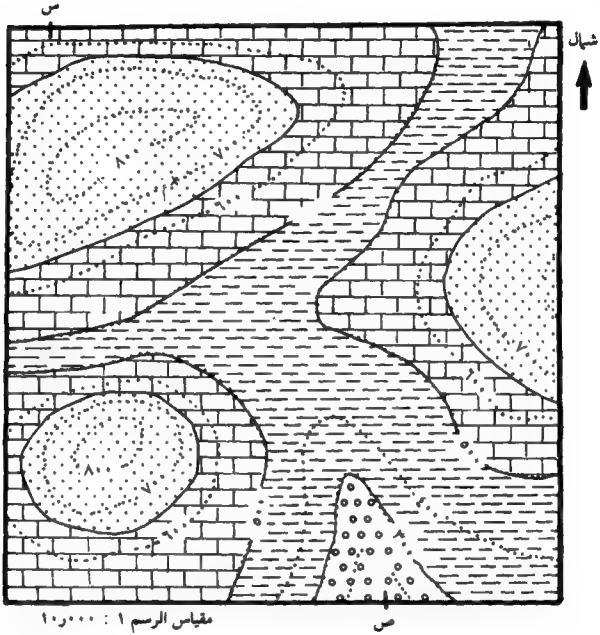
ارتفاع السطح العلوي للكونجولوميرات = ٣٠٠ متر

العمق اللازم حفره = ٧٠٠ - ٣٠٠ = ٤٠٠ متر

### القطاع الجيولوجي للطبقات الأفقية Geological Cross-section

القطاع الجيولوجي هو شكل يمثل قطاعاً رأسياً في صخور المنطقة التي تمثلها الخارطة الجيولوجية في اتجاه معين وهو يوضح ترتيب وشكل الطبقات تحت سطح الأرض . وهو يرسم على القطاع الطبوغرافي (بروفيل) :-

أولاً: يتم رسم القطاع الطبوغرافي (بروفيل) كما ذكرنا من قبل، ثم ثانياً: ترسم السطوح الفاصلة للطبقات الأفقية المختلفة من واقع ارتفاعها على الخارطة أو من مفتاح الخارطة مع تمثيل سمكها بنفس مقياس الرسم المستعمل من الخارطة ويكون ذلك برسم خط أفقي يمثل سطح الطبقة المعلوم ارتفاعه امام هذا الارتفاع في المحور الرأسى الذي استعمل في رسم خط البروفيل . وبإضافة أو طرح سمك الطبقات الأخرى المعروفة أوضاعها بالنسبة لسطح الطبقة المذكورة يمكن رسم خطوط أفقية



شكل (٨-٣ ب) الحل يوضح طريقة رسم الطبقات الافقية

أخرى تمثل باقي أسطح الطبقات وبذلك يكتمل رسم التتابع في القطاع .

مثال : ارسم القطاع س ص في الخارطة (شكل ٣-٨ ب) .

الحل :

(١) رسم القطاع الطبوغرافي (البروفيل) بالطريقة التي شرحت سابقا .

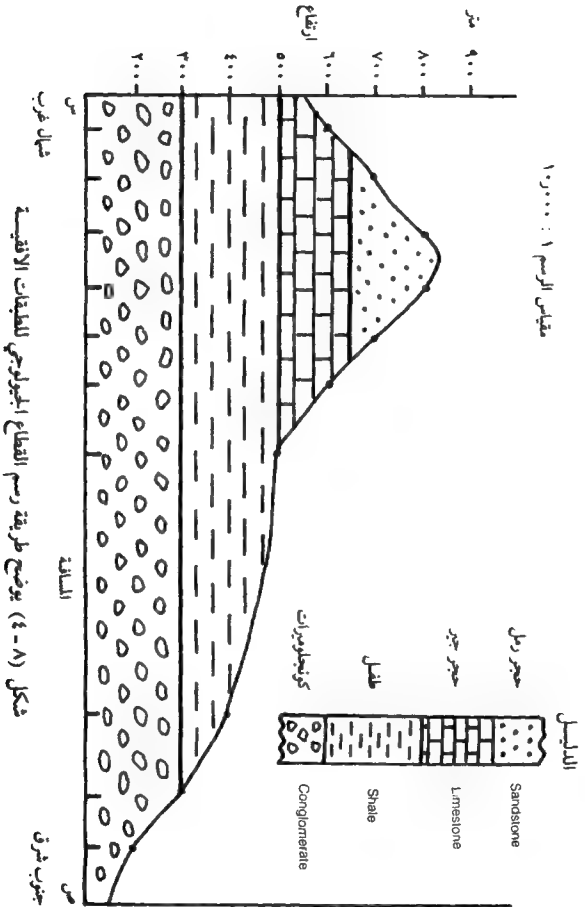
(٢) على نفس شريط الورق المستعمل في رسم البروفيل نوقع تقاطع أسطح الطبقات وحيث أن الطبقات افقية ترسم اسطح الطبقات افقية .

كما يمكننا أولاً رسم السطح السفلي لطبقة حجر الجير عند ارتفاع ٥٠٠ متر نقطة (ب) كما هو موضح في الخارطة ثم نرسم خط افقى عند مستوى ٦٥٠ متر يمثل السطح العلوي لحجر الجير والسفلي لحجر الرمل ويعدّه نرسم خط افقى عند ارتفاع ٢٠٠ متر يمثل السطح السفلي للطبقة والعلوي للكونجلوميرات . شكل (٨-٤) .

٣) تلوين الطبقات على القطاع .

٤) رسم مقياس الرسم على القطاع .

٥) تحديد اتجاه من على القطاع شكل (٨ - ٤) .





الباب التاسع

---

INCLINED STRATA

الطبقات المائلة





## الباب التاسع

### الطبقات المائلة

#### Inclined Strata

#### مقدمة INTRODUCTION

عرفنا مما تقدم أن الصخور الرسوبية عامة ماتكون بشكل طبقة افقية Horizontal strata ولكن تتأثر هذه الطبقات عند حدوث حركات ارضية حيث ربما تميل الطبقات أو تشنى أو تصدع . . . . الخ .

والطبقة المائلة هي التي يميل سطحها السفلي والعلوي عن المستوى الافقى بزاوية قيمتها اقل من ٩٠ درجة واكثر من صفر . وباستعمال البوصلة الجيولوجية يمكن أن يحدد مقدار ميل الطبقة واتجاهها أو مضرها (Dip and strike).

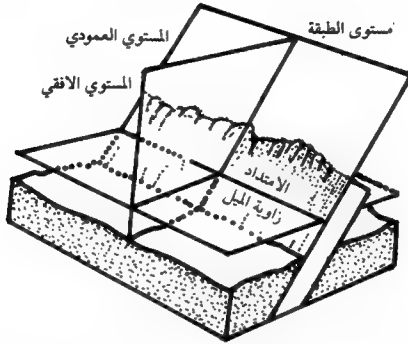
#### خط الامتداد أو الاتجاه Strike

هو خط اتجاه (المضرب) وهمى افقى موجود على سطح الطبقة ويمر بنقاط ذات ارتفاع واحد من سطح البحر على نفس سطح الطبقة . ولهذا الامتداد مقدار وهو قيمة ارتفاعه من سطح البحر وله ايضا اتجاه يحدد بالبوصلة الجيولوجية ويكون دائماً عمودياً على اتجاه الميل الحقيقي True dip للطبقة (شكل ٩-١)، وتكون خطوط الامتداد (المضرب) متوازية والمسافة العمودية بينها (المسافة الامتدادية) تكون متساوية على الطبقة الواحدة وكلما قل ميل الطبقة تباعدت المسافة العمودية بين خطوط الامتداد، وكلما زاد ميل الطبقة كلما اصبحت المسافة العمودية بين خطوط الامتداد صغيرة (شكل ٩-٢).

#### زاوية الميل Angle of dip

هي الزاوية المحصورة بين خط الافق وسطح الطبقة (شكل ٩-٣) . ويحدد مقدار واتجاه زاوية الميل بالبوصلة الجيولوجية ويسمى الميل الذي يبلغ عنده سطح الطبقة





شكل (٩ - ٣) يوضح علاقة زاوية الميل بخط الامتداد (المضرب)

أقصاه بالميل الحقيقي True dip ويكون دائماً عمودياً على خط الامتداد أو المضرب Strike أما الاتجاهات الأخرى التي تميل فيها الطبقة بزاوية أقل تسمى اتجاهات الميل الظاهري Apparent dip (شكل ٩-١). ويقاس اتجاه خط الامتداد واتجاه زاوية الميل بالنسبة للشمال المغناطيسي بواسطة البوصلة الجيولوجية. ويجب أن يكون الفرق بين هذين الاتجاهين ٩٠ درجة إذ أنهما متعامدان. كما يجب هنا التمييز بين الميل والانحدار فالميل يعني انحراف الطبقة عن الأفق، ولعلاقة له بالانحدار، والانحدار هو انحراف سطح الأرض عن الوضع الأفقي بالطبقات.

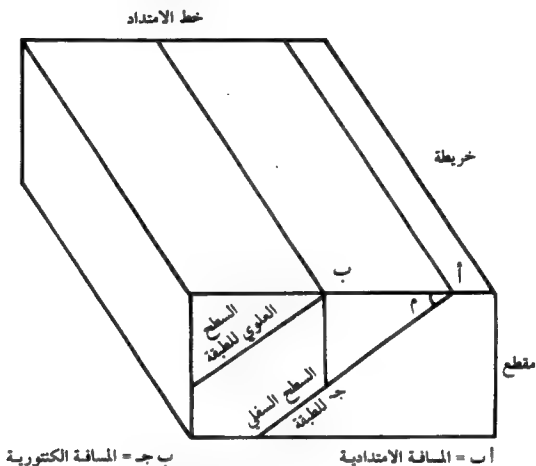
#### حساب زاوية الميل Calculation of dip angle

كما ذكرنا سابقاً توجد علاقة بين زاوية الميل والمسافة العمودية بين خطوط الامتداد (المسافة الامتدادية) والمثلث أ ب ج شكل (٩-٤).

أ ب = المسافة الامتدادية

ب ج = المسافة الكنتورية

$$\frac{\text{المسافة الكنتورية}}{\text{المسافة الامتدادية}} = \text{ظل زاوية الميل}$$



ب ج = المسافة الكتورية

أ ب = المسافة الامتدادية

$$\frac{\text{المسافة الكتورية}}{\text{المسافة الامتدادية}} = \text{ظل زاوية الميل م}$$

شكل (٩ - ٤) طريقة حساب زاوية الميل

عادة ماتكون المسافة الكتورية ١٠٠ متروهي تمثل الفرق بين قيمة خطين امتدادين متتاليين وبالتالي اذا عرفت قيمة زاوية الميل يمكن استنتاج المسافة الامتدادية والعكس صحيح.

مثال ١:

احسب المسافة الامتدادية اذا كان سطح الطبقة يميل بزاوية مقدارها ٢٣ درجة فاذا علمنا أن المسافة الكتورية في الخارطة ١٠٠ متر وأن مقياس الرسم هو ١ : ١٠٠٠٠

الحل:

$$\frac{\text{المسافة الكتورية}}{\text{المسافة الامتدادية}} = \text{ظا م} \hat{=}$$

$$\frac{100}{\text{المسافة الامتدادية}} = \text{ظا } 23^\circ$$

$$\text{المسافة الامتدادية} = \frac{100}{0.4245} = 235 \text{ متر}$$

وحيث أن مقياس الرسم على الخارطة ١ سم = ١٠٠ متر

$$\text{المسافة الامتدادية} = \frac{235}{100} = 2.35 \text{ سم}$$

مثال ٢ :

احسب المسافة الامتدادية اذا كان سطح الطبقة يميل بزاوية مقدارها ٧٥ درجة .  
فاذا علمنا أن المسافة الكتتورية ١٠٠ متر وأن مقياس رسم الخارطة ١ سم = ١٠٠ متر .  
الحل :

$$\frac{100}{37.32} = \text{ظا } 75^\circ = 27 \text{ متر}$$

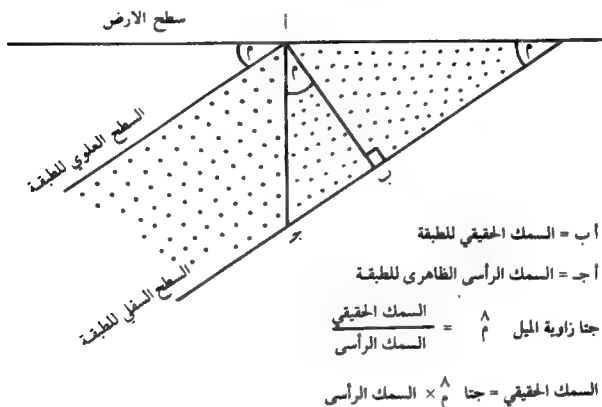
$$\text{المسافة الامتدادية} = \frac{100}{100} = 0.27 \text{ سم}$$

من هذا يتضح أنه بمعرفة الميل الحقيقي يمكن حساب المسافة الامتدادية والتي بواسطتها يمكن رسم خطوط الامتداد في الخارطة .

### حساب السمك الحقيقي للطبقات المائلة

#### Calculation Of True Thickness

سمك الطبقة هو المسافة الرأسية بين سطحيها . وهذا السمك في حالة الطبقات المائلة يمثل السمك الرأسى الظاهرى Apparent thickness وليس السمك الحقيقي True thickness لأن هذا السمك يزداد لنفس الطبقة كلما زادت زاوية الميل شكل ٩-٥ والسمك الرأسى الظاهري هو السمك الناتج من الحفر ويمكن تحديده من الخارطة حيث يمثل الفرق بين قيمتي خط امتداد واحد بالنسبة لسطحي الطبقة العلوي والسفلي ومن الشكل تتضح العلاقة بين السمك الرأسى والسمك الحقيقي وزاوية ميل الطبقات وهي :



شكل (٩-٥) يوضح علاقة السمك الحقيقي بزاوية الميل

$$\text{جتا } \theta = \frac{\text{السمك الحقيقي}}{\text{السمك الرأسى}}$$

$$\text{السمك الحقيقي} = \text{جتا } \theta \times \text{السمك الرأسى}$$

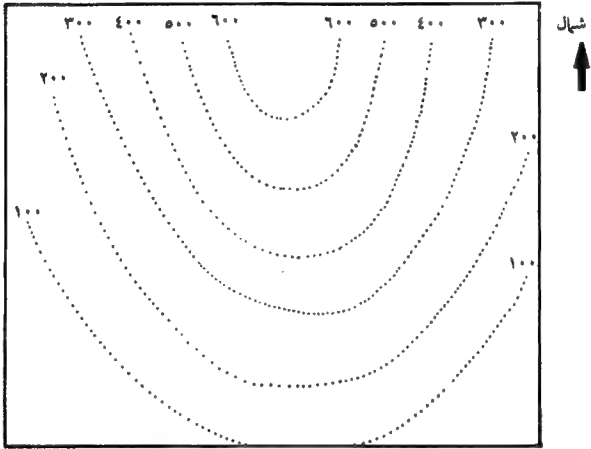
حساب عمق الطبقات المائلة من الآبار

Inclined Strata Depth Calculation From Well

لتحديد عمق طبقة مائلة تحت السطح من بئر حفر على سطح الارض أولا نوجد ارتفاع البئر وذلك من قيمة خط الكنتور الذي يمر بالنقطة التي حفرت فيها البئر ثم نطرح من قيمة ارتفاع البئر قيمة ارتفاع سطح الطبقة المائلة المحددة وذلك من قيمة خط الامتداد للسطح (قيمة ارتفاع سطح الطبقة).

رسم مظاهر الطبقات المائلة : Inclined Strata Outcrops

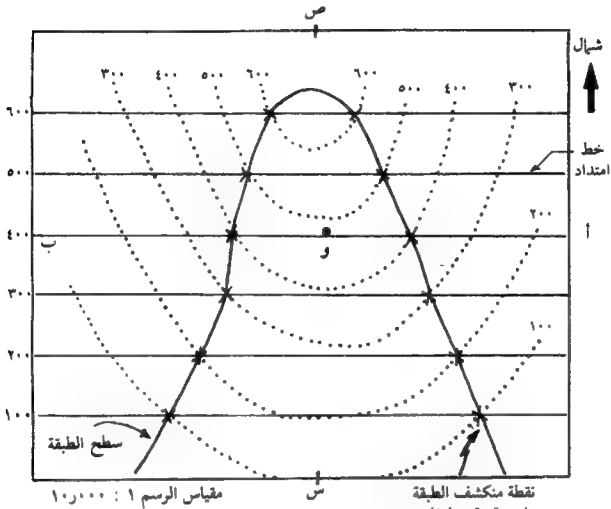
تظهر اجزاء من الطبقات المائلة على سطح الارض بينما يخفى الجزء الاكبر منها تحت السطح. والجزء الظاهر من الطبقة على سطح الارض هو مكشف الطبقة. ومن



شكل (٩ - ٦) مثال لرسم مكشف سطح الطبقة

الواضح أن أي نقطة على الطبقة تظهر على سطح الأرض إذا كان ارتفاعها يساوي ارتفاع سطح الأرض في النقطة التي تظهر فيها، وبالتالي فإن كل النقاط التي على الطبقة والتي يكون ارتفاعها مساوٍ لارتفاع سطح الأرض في تلك النقاط التي تظهر على السطح. وبما أن خط الامتداد Strike line يبين الارتفاعات على سطح الطبقة كما يبين خط الكنتور Contour line الارتفاعات على سطح الأرض لذلك فإن أي نقطة ظاهرة من سطح الطبقة يجب أن يمر بها خط امتداد ارتفاع يساوي ارتفاع خط الكنتور في تلك المنطقة. ومعنى هذا أن نقطة المكشف هي النقطة التي يتقاطع فيها خطي الكنتور والامتداد ولهما نفس الارتفاع.

ولرسم مكشف سطح الطبقة على الخارطة يتم تعيين النقاط التي تتقاطع فيها خطوط الكنتور مع خطوط الامتداد والتي لها نفس الارتفاع (شكل ٩ - ٦ أ)، ويتوصل هذه النقاط ببعضها البعض نحصل على خط يمثل سطح الطبقة المطلوب رسمة (شكل ٩ - ٦ ب).



و = نقطة للقطاع أنظر شكل (٩ - ١٧ ، ب)

شكل (٩ - ٦ ب)

الحل: طريقة رسم مكشف سطح الطبقة

رسم القطاع الجيولوجي للطبقات المائلة:

Geological Cross - Section Of Inclined Strata

لعمل القطاع الجيولوجي لطبقات مائلة في الخارطة (شكل ٩-٦) تتبع الخطوات

التالية:

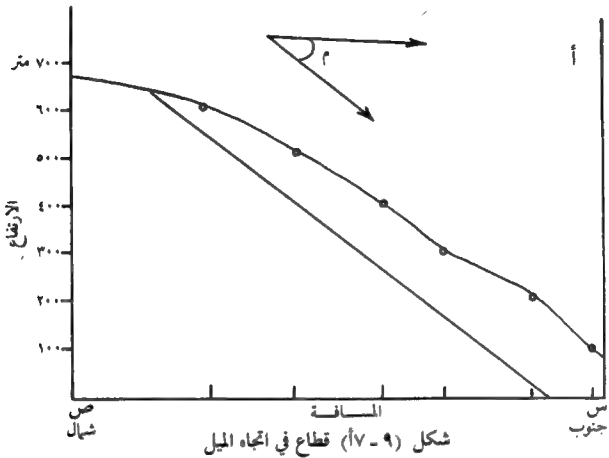
أولاً: نرسم القطاع الطبوغرافي (بروفيل) في الاتجاه والمكان المحددين وبالطريقة

الموضحة في شكل (٩ - ١٠):

ثانياً: نحدد على شريط الورق نقاط تقاطع مكشف اسطح الطبقات مع خط القطاع

ثم ننقل هذه النقاط على المحور الافقي للقطاع.





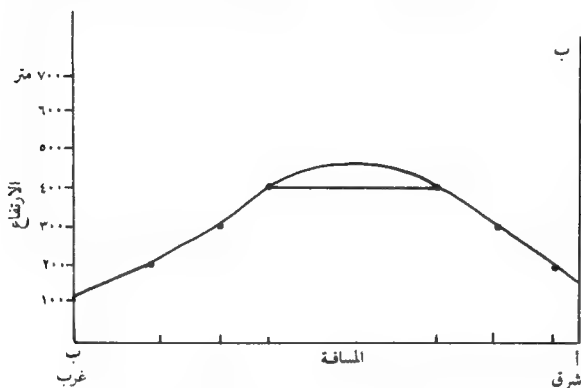
ثالثا: ترفع هذه النقاط رأسيا حتى تقابل خط البروفيل .

رابعا: نرسم خط افقى اعلى خط البروفيل ومن احد نهايتيه نرسم زاوية الميل بواسطة منقلة في اتجاه الميل المبين على الخارطة (شكل ٩-٧ أ).

خامسا: نرسم خطوط موازية لخط زاوية الميل ونمر بنقاط اسطح الطبقات الموجودة على خط البروفيل شكل (٩-٧ أ).

ويمكن رسم هذه الاسطح بواسطة المسطرة والمثلث ومن ثم تلوّن كل طبقة . يجب ملاحظة استعمال مقياس رسم الخارطة لرسم القطاع الجيولوجي وكذلك تحديد اتجاه القطاع .

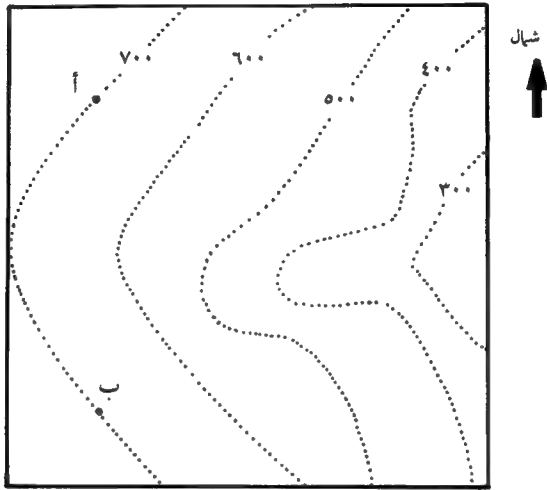
إذا رسم القطاع الجيولوجي في اتجاه مواز لخطوط الامتداد فإن الطبقات تظهر على القطاع الجيولوجي افقية . وعند رسم القطاع في هذه الحالة تتبع الخطوات السابقة من نقاط تقاطع مكاشف اسطح الطبقات مع خط البروفيل ترسم منها اسطح الطبقات من وضع افقى (شكل ٩-٧ ب) .



شكل (٩ - ٧) قطاع يوازي خط الامتداد

## رسم المكشف الكامل للطبقات : Mapping Beds

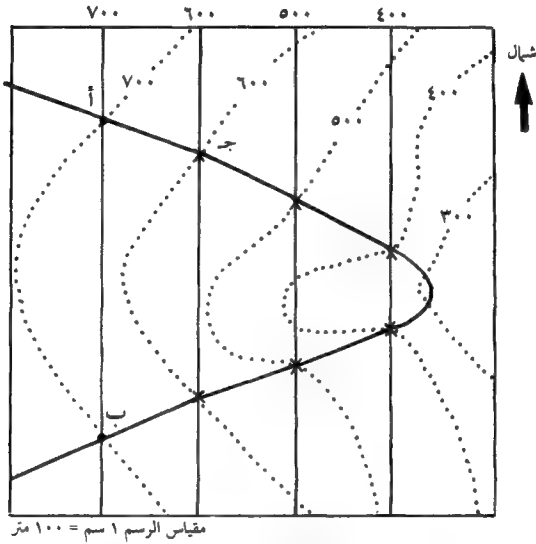
تحدد الطبقة بسطحها الأعلى والأسفل ويصل بينهما سمك الطبقة. ويقاس السمك اما بطول الخط العمودي الذي يصل بين سطحي الطبقة ويسمى في هذه الحالة بالسمك الحقيقي للطبقة أو بطول الخط الرأسى بين السطحين ويسمى هذا بالسمك الرأسى للطبقة (شكل ٨-٩). مثلاً إذا كان ارتفاع نقطة على سطح الطبقة العلوي ٤٠٠ متراً وكان السمك الرأسى للطبقة ١٠٠ متراً فإنه يمكن إيجاد ارتفاع نقطة تقع رأسياً على السطح السفلي للطبقة (٤٠٠ - ١٠٠ = ٣٠٠ متراً) وبذلك فإن خط الامتداد ٤٠٠ المار على سطح الطبقة العلوي يقع رأسياً فوق خط الامتداد ٣٠٠ المار على سطح الطبقة السفلي. وحيث أن الخارطة عبارة عن مسقط فإن الخط الذي يقع رأسياً تحت خط آخر يكون موازياً له. يجب أن ينطبق عليه وبالتالي فإن خط الامتداد يكون له ارتفاعين ارتفاع بالنسبة للسطح العلوي للطبقة ٤٠٠ وآخر بالنسبة للسطح السفلي لها ٣٠٠. ولرسم المكشف الكامل لطبقة ما أو لعدة طبقات هنالك عدة حالات منها:



شكل (٩-٨) مثال: لرسم مكشف سطح الطبقة المائلة

الوضع الاول: نقطتان على نفس الارتفاع ونقطة ثالثة على ارتفاع اخر  
عرفنا مما سبق أن خط الامتداد (المضرب) هو خط افقى وهمي على سطح  
الطبقة يمر بنقاط ذات ارتفاع متساو. كما عرفنا أن سطح الطبقة يظهر عند  
النقطة التي يتقاطع عندها خط كتور وخط امتداد لها نفس الارتفاع.

واذا كان لدينا نقطتان على ارتفاع واحد أ ٧٠٠ متر و ب ٧٠٠ متر (شكل  
٩-٨) يظهر فيها السطح لطبقة حجر الجير فإنه يجب أن يمر بهما خط امتداد  
٧٠٠. وإذا كان نفس السطح يظهر في نقطة اخرى ج ارتفاعها ٦٠٠ متر، فانا  
نرسم خط امتداد يمر بالنقطة ج ومواز لخط امتداد ٧٠٠ وقياس المسافة  
العمودية بين هذين الخطين يمكننا رسم بقية خطوط الامتداد. بعد هذا يعطى  
كل خط امتداد قيمة ارتفاعه للسطح السفلي لطبقة حجر الجير ومن ثم تحدد



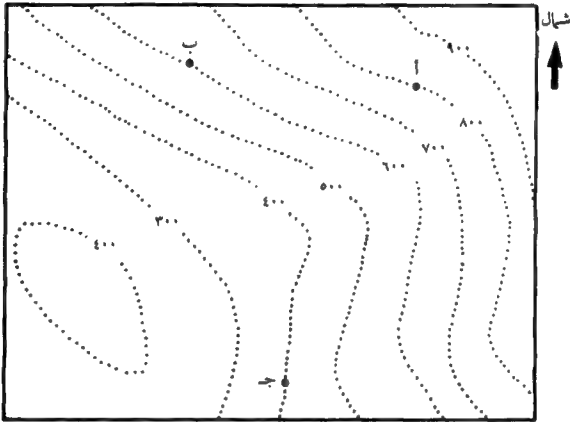
شكل (٩ - ٨ ب)

الحل: يوضح طريقة رسم سطح الطبقة المائلة

نقاط تقاطع خطوط الكنتور مع خطوط الامتداد التي لها نفس الارتفاع ثم نوصل هذه النقاط، وبهذا نحصل على السطح السفلي لطبقة حجر الجير (شكل ٨-٩ ب) وإذا عرفنا السمك الرأسى فإنه يمكننا بنفس الطريقة رسم السطح العلوي.

الوضع الثاني: ثلاث نقاط على ارتفاعات مختلفة:

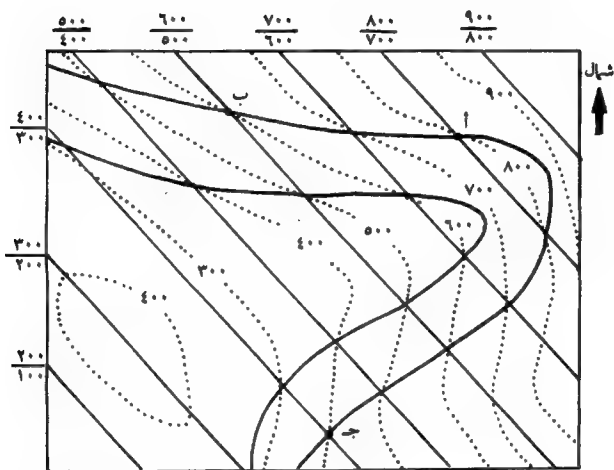
إذا كان لدينا ثلاث نقاط، أ، ب، ج على ارتفاعات مختلفة ويظهر فيها السطح العلوي لطبقة من حجر الرمل سمكها الرأسى ١٠٠ متر. والنقاط الثلاث على الارتفاعات ٨٠٠ متر، ب ٦٠٠ متر، ج ٤٠٠ متر (شكل ٩-٩ أ). فإذا امكنا إيجاد نقطتين ذات ارتفاع واحد فإنه يمكننا رسم خط امتداد ومن ثم نرسم



شكل (٩-٩) مثال : لرسم سطحي الطبقة

خطوط امتداد متوازية لهذا الخط. ولرسم هذا الخط نوصل أعلى نقطة أ ٨٠٠ متر مع أقل نقطة ارتفاعاً ج ٤٠٠ متر وبين هاتين النقطتين توجد ثلاث نقاط مساعدة ٧٠٠، ٦٠٠، ٥٠٠ على مسافات متساوية على الخط أ ج. ويتوصل النقطة المساعدة ٦٠٠ مع النقطة ب ٦٠٠ متر نحصل على خط امتداد ٦٠٠ للسطح العلوي لطبقة حجر الرمل ثم نرسم خطوط امتداد متوازية لهذا الخط ونمر بالنقاط المساعدة. وبقياس المسافة الامتدادية يمكن رسم باقي خطوط الامتداد. ويتم ترقيم خطوط الامتداد بوضع قيمة ارتفاع كل خط للسطح العلوي. بعد ذلك نحدد النقاط التي تتقاطع عندها خطوط الامتداد وخطوط الكنتور بنفس الارتفاع.

وأخيراً نوصل هذه النقاط للحصول على خط متعرج يمثل السطح العلوي لطبقة حجر الرمل. ثم بعد هذا يتم ترقيم خطوط الامتداد للسطح السفلي للطبقة وذلك بوضع قيمة أقل ١٠٠ متر من القيمة للسطح العلوي وذلك لأن



مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر

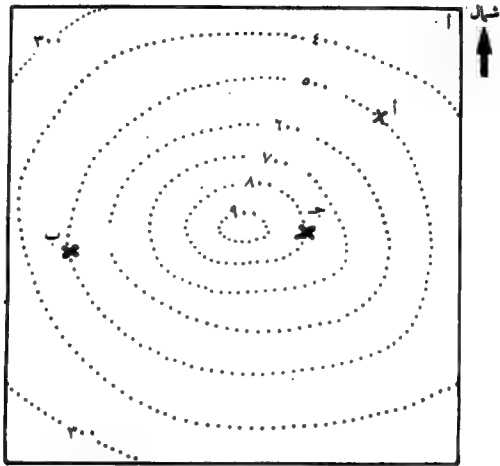
شكل (٩-٩) (ب)

الحل : يوضح طريقة رسم سطحي الطبقة

السلك الرأسى ١٠٠ متر ثم بعد ذلك تتبع نفس الخطوات السابقة لرسم السطح السفلى (شكل ٩-٩ ب)، وهكذا يمكننا رسم باقي الطبقات.

الوضع الثالث: نقطتان على ارتفاع واحد والثالثة على عمق

أن هذه الحالة أشبه بحالة ظهور سطح الطبقة على ثلاث نقاط لكن الاختلاف هنا فقط في النقطة الثالثة التي يظهر عندها سطح الطبقة عند عمق معين. وهذه النقطة لها ارتفاع يمكن تحديده من خط الكنتور الذي يمر فيها كما أننا نستطيع تحديد منسوب سطح الطبقة بطرح العمق من ارتفاع النقطة وهذا المنسوب هو مستوي السطح عند النقطة الثالثة. وبمعرفة يمكننا رسم خطوط الامتداد وتوصيل سطح الطبقة.



شكل (٩-١٠) مثال: مكتشف طبقة عند نقطتان وعمق

مثال:

يظهر السطح العلوي لطبقة الطفل عند النقاط أ، ب كما يظهر نفس السطح في النقطة ج عند عمق ٢٠٠ متر (شكل ٩-١٠). المطلوب رسم مكتشف الطبقة.

الحل:

(١) نمد خطا بين النقطتين أ، ب يمثل خط الامتداد ٥٠٠

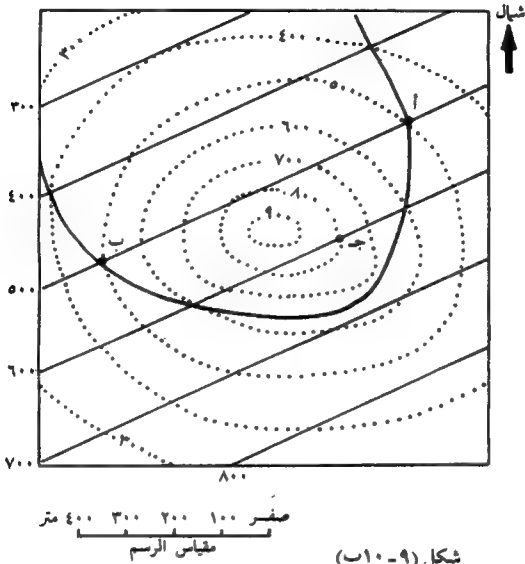
(٢) النقطة ج مستوى السطح العلوي لطبقة الطفل

$$= 800 - 200 = 600 \text{ متر}$$

(٣) نمد خط يمر بالنقطة ج وموازي لخط الامتداد ٥٠٠ وهذا الخط هو خط امتداد

٦٠٠

(٤) بمعرفة المسافة الامتدادية بين خط امتداد ٥٠٠ وخط امتداد ٦٠٠ نرسم بقية



الحل : يوضح طريقة ترقيم خطوط الامتداد ورسم سطح الطبقة

خطوط الامتداد.

٥) نحدد نقاط تقاطع خطوط الامتداد مع خطوط الكنتور التي لها نفس القيمة.

٦) نرسم السطح العلوي لطبقة الطفل (شكل ٩ - ١٠ ب).

الوضع الرابع : نقطة ظهور واحدة واتجاه ومقدار ميل حقيقي لسطح الطبقة

عرفنا مما سبق العلاقة بين زاوية ميل الطبقات والمسافة الامتدادية وهي:

$$\frac{100}{\text{المسافة الامتدادية}} = \frac{\text{المسافة الكنتورية}}{\text{المسافة الامتدادية}} = \frac{8}{1}$$



وبمعرفة زاوية الميل نستطيع أن نحدد المسافة الامتدادية ونستفيد من النقطة المحددة لرسم خط الامتداد الذي يمر بهذه النقطة التي ظهر فيها سطح الطبقة ويكون خط الامتداد في اتجاه متعامد مع اتجاه زاوية الميل وموازياً لهذا الخط. نرسم خطوط الامتداد التي تبعد بمقدار المسافة الامتدادية.

مثال:

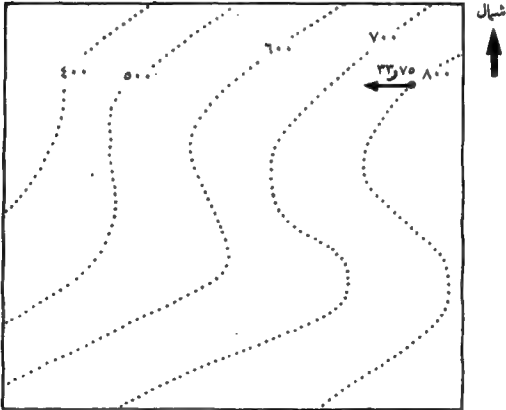
يظهر عند النقطة أ السطح العلوي لطبقة من حجر الرمل تميل بزاوية مقدارها ٢٦ درجة وبالاتجاه المحدد في الخريطة (شكل ٩ - ١١). المطلوب رسم مكشف هذه الطبقة.

الحل:

(١) حساب المسافة الامتدادية

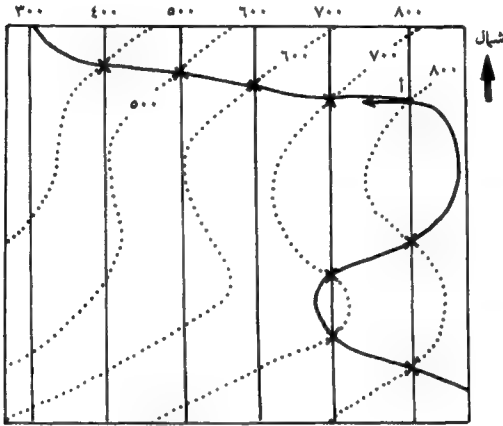
$$\text{ظا } ٢٦ = \frac{١٠٠}{\text{المسافة الامتدادية}}$$

مثال



مقياس الرسم ١ سم = ٢ كلم

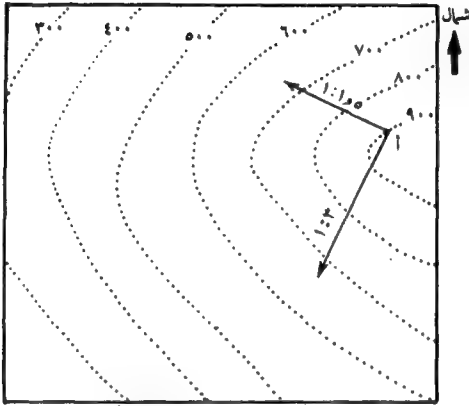
شكل (٩ - ١١ أ) مثال : رسم سطح الطبقة عند ظهور ميل حقيقي



شكل (٩ - ١١) مقياس الرسم ١ سم = ٢ كلم  
الحل: يوضح طريقة رسم سطح الطبقة عند ظهور الميل الحقيقي.

المسافة الامتدادية = ٢٥ سم

- (٢) نرسم خط امتداد يمر بالنقطة أ وعمودي على اتجاه الميل وهذا يمثل خط امتداد ٨٠٠ للسطح العلوي لطبقة الرمل.
- (٣) نرسم خطوط امتداد موازية لخط امتداد ٨٠٠ والمسافة بينها ٢٥ سم
- (٤) نرقم خطوط الامتداد بحيث تقل قيمتها في اتجاه الميل.
- (٥) نعين نقاط تقاطع خطوط الامتداد مع خطوط الكتور.
- (٦) نرسم السطح العلوي لطبقة الرمل.
- (٧) نرقم خطوط الامتداد للسطح السفلي لطبقة الرمل وذلك بخصم ٢٠٠ من كل قيمة.
- (٨) نحدد نقاط ظهور السطح السفلي ونوصلها. مع بعضها البعض
- (٩) يتم تشكيل الطبقة برمز حجر الرمل. شكل (٩ - ١١ ب).



مقياس الرسم ١ : ٥٠٠٠

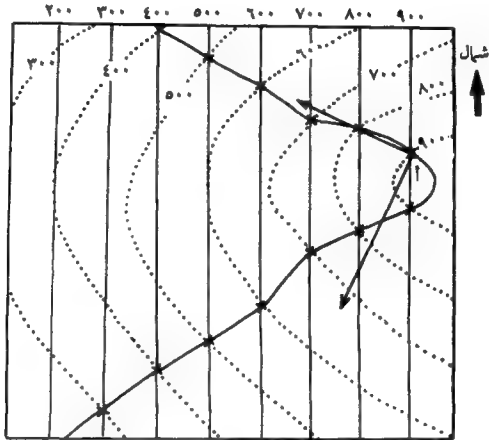
شكل (٩ - ١٢ أ) مثال : رسم سطح الطبقة عند ظهور ميلين ظاهرين

الوضع الخامس : اتجاه ومقدار ميلين ظاهرين لسطح طبقة في نقطة واحدة

عرفنا من المثال السابق أننا إذا حددنا اتجاه ومقدار الميل الحقيقي من نقطة مكشف أمكننا رسم خطوط الامتداد ومكشف الطبقة. وهنا نتبع نفس الخطوات في رسم خط الامتداد الذي يمر بالنقطة المحددة ثم على اتجاه الميلين الظاهرين نوجد المسافة الامتدادية لكل زاوية. ونرسم تلك المسافة بتوصيل النقطتين المحددتين بواسطة المسافة الامتدادية ومن هذا نحصل على خط الامتداد الثاني. وبقياس المسافة العمودية نحصل على المسافة الامتدادية للخارطة التي بواسطتها نرسم بقية خطوط الامتداد.

مثال :

يظهر السطح العلوي لطبقة حجر الجير عند النقطة أ ويميل بميلين ظاهرين مبينين عند هذه النقطة على الخارطة (شكل ٩-١٢ أ).  
المطلوب رسم سطح هذه الطبقة.



مقياس الرسم ١ : ٥٠٠٠

شكل (٩ - ١٢ ب)

الحل: طريقة رسم سطح الطبقة عند ظهور ميلين ظاهريين

الحل :

(١) احسب المسافة الامتدادية في اتجاه زاوية الميل الظاهري ١ : ١٥ المسافة الامتدادية = ١٥ سم.

(٢) حساب المسافة الامتدادية في اتجاه زاوية الميل الظاهري ٣ : ١ المسافة الامتدادية = ٣ سم

(٣) ارسم المسافة الامتدادية على الاتجاهين المحددين

(٤) اوصل النقطتين المحدتين بخط يمثل خط الامتداد.

(٥) ارسم خط يمر بالنقطة أ ويوازي خط الامتداد الناتج من رقم ٤

(٦) قس المسافة الامتدادية بين هذين الخطين وارسم بقية خطوط الامتداد.

(٧) حدد نقاط ظهور السطح العلوي لطبقة حجر الجير وأوصلها ببعضها البعض. (شكل ٩ - ١٢ ب).

**الباب العاشر**

---

---

**TECTONIC STRUCTURES      البنىات التكتونية**



## الباب العاشر

### البنيات التكتونية

### TECTONIC STRUCTURES

#### مقدمة INTRODUCTION

#### أولا : الطيات Folds

كما ذكرنا سابقا أن الصخور الرسوبية تشكل في طبقات أفقية عند ترسيبها وعندما تتعرض الطبقات الى حركات ارضية تميل الطبقات Dipping أو تشنى Folding أو تتصدع Faulting. وتوجد عدة انواع من الطيات (شكل ١٠-١) أهمها مايلي :-

أ) الطيات المقعرة Syncline folds

ب) الطيات المحدبة Anticline folds

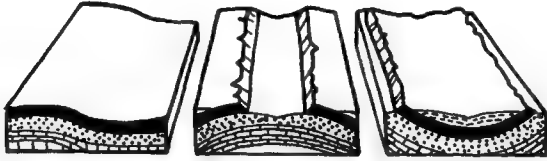
ج) الطيات وحيدة الميل Monocline folds

تتكون الطية من جانبيين Limbs ويسمى المستوي الذي يفصل بين جانبي الطية بالمستوي المحورى Axial plane (شكل ١٠-٢) وقد يكون المستوي المحورى رأسيا إذا تساوى ميل الطبقات في جانبي الطية، وهنا تعرف الطية عندئذ بالطية المتماثلة Symmetrical fold. اما إذا كان ميل الطبقات على الجانبين غير متساو فتعرف الطية عندئذ بالطية الغير متماثلة Asymmetrical fold ، (شكل ١٠-٣).

إذا كان المحور الرأسى أفقيا فإن خطوط الامتداد تكون موازية لمحور الطية وأما إذا كان المحور مائلاً فإن الطية تعرف بالطية الغاطسة Plunging fold. وفيها تتلاشى خطوط الامتداد بالمحور.

#### ١) الطية المقعرة Syncline fold

هي الطية التي تظهر فيها الطبقات تميل في اتجاه المحور من الجانبين وبما أن الميل في اتجاه المحور لهذا تظهر الطبقة الحديثة بجوار المحور (شكلا ١٠-١ أ و ١٠-٣ د).



جـ. طية وحيدة الميل  
Monocline Fold

ب. طية محدبة  
Anticline fold

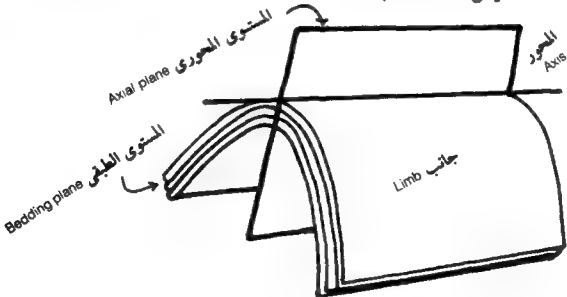
أ. طية مقعرة  
Syncline Fold

### شكل (١٠ - ١) أنواع الطيات

#### ٢ ( الطية المحدبة Anticline fold

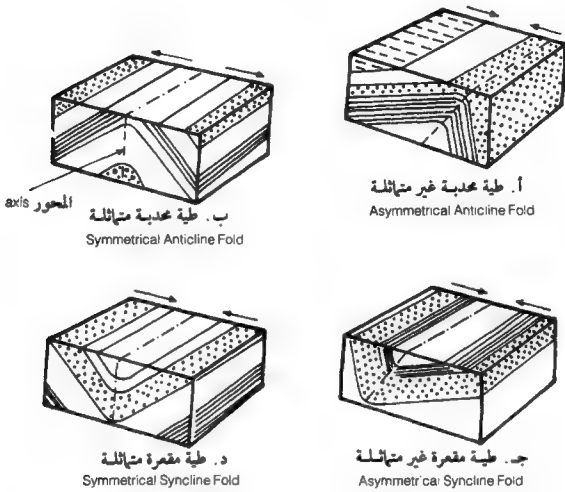
وهي الطية التي تظهر فيها الطبقات تميل في اتجاه بعيدا عن المحور من جانبي الطية ولهذا تظهر الطبقات القديمة بجوار المحور (شكل ١٠-١ ب، ١٠-٣ ب).

إذا كانت الطية متماثلة فإن عرض الطبقة يظهر على الخارطة متساوٍ على الجانبين أما إذا كانت الطية غير متماثلة فإن عرض الطبقة يظهر بقيمة مختلفة على الجانبين (شكلا ١٠-٣ أ، ج) هذا إذا افترضنا أن سطح الأرض شبه مسطح وليس به انحدار شديد لأن انحدار مسطح سطح الأرض يؤثر على عرض مكشف الطبقات.



#### شكل (١٠ - ٢) أجزاء الطية





شكل (١٠ - ٣) رسم يوضح الطيات المتماثلة والغير متماثلة

مثال (١)

ارسم الخارطة الجيولوجية للقطاع أ ب الذي تظهر فيه الطبقات ١، ٢، ٣، ٤ علماً بأن الطبقة رقم (١) هي الأقدم. وحدد نوعية الطية (شكل ١٠-٤).

الحل:

يرسم المحور على الخارطة ثم يتم إسقاط الطبقات على الخارطة ورسم اسطح الطبقات موازياً للمحور.

الطبقة رقم (٤) بجوار المحور وهي الاحداث ولهذا هنا توجد طية مقعرة. وبما أن سمك الطبقات متساوٍ على الجانبين فإن الطية متماثلة.

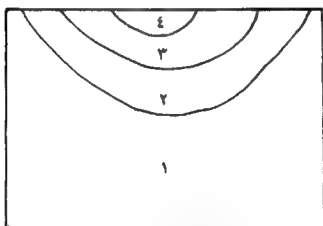
مثال (٢)

في الخارطة المطلوب رسم القطاع الجيولوجي وتحديد نوع الطية علماً بأن

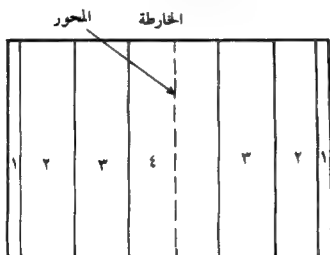
مثال: ١

١ - ارسم الخارطة الجيولوجية

٢ - حدد نوع الطية.

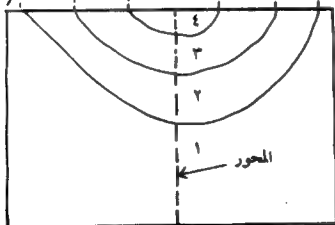


القطاع الجيولوجي



الحل

طية مقعرة متماثلة



شكل ١٠ - ٤ طريقة رسم المقطع الجيولوجي لطية مقعرة متماثلة

الطبقة رقم (١) هي الاقدم (شكل ١٠-٥).

الحل:

رسم المحور أولاً ثم اسقاط أسطح الطبقات على جانبي المحور. هنا توجد طية محدبة متماثلة.

٣ ( الطية وحيدة الميل Monocline fold

هي الطية التي تمثل فيها الطبقات في اتجاه لمسافة غير معلومة وهي ظاهرياً لاتمثل جانب من الطية المقعرة أو المحدبة (شكل ١٠-١ ج).

**رسم مكاشف الطبقات المطوية Folded Beds Outcrops**

في الخرائط الجيولوجية المحدد فيها محور الطية كل جزء على جانبي الطية يمثل خارطة لوحدها ويفصلها محور الطية. محور الطية الأفقى هو أحد خطوط الامتداد ويكون له أعلى قيمة في حالة الطية المحدبة وتقل القيم بعيداً عنه على الجانبين، وفي حالة الطية المقعرة يكون المحور هو أقل خط امتداد حيث تزداد القيم بعيداً عنه.

لرسم مكاشف الطبقات نبدأ بالمعلومات المعطية على احد جانب الطية وهذه المعلومات هي نفس الحالات التي اوضحناها في رسم المكاشف للطبقات المائلة مثل ثلاث نقاط، ونقطة وميل حقيقي . . . الخ. ومن هذه المعطيات نرسم خطوط الامتداد حتى المحور مع مراعاة أن المحور يمثل خط امتداد ثم نرقم خطوط الامتداد ونوصل اسطح الطبقات. ثم بعد ذلك نتنقل الى الجانب الاخر من الطية ونتبع نفس الخطوات مع ملاحظة الاتي:

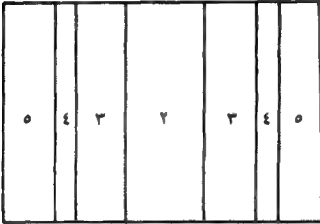
(١) محور الطية: خط امتداد وله قيمة مشتركة بين خطوط الامتداد لكل الجانبين.

(٢) اذا كانت طية متماثلة تكون المسافة العمودية بين خطوط الامتداد متساوية على جانبي الطية.

(٣) خط الامتداد الذي يلى المحور يحمل نفس قيم خط الامتداد الذي يلى المحور على الجانب الاخر.

مثال ٢ :

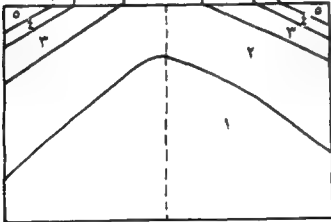
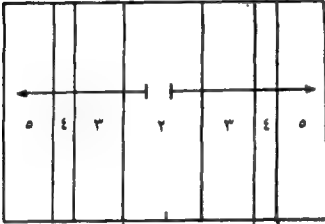
- ١ - ارسم القطاع الجيولوجي
- ٢ - حدد نوع الطية.



خارطة

الحل :

طية محدبة متماثلة



القطاع الجيولوجي

شكل ١٠ - ٥ طريقة رسم المقطع الجيولوجي لطية محدبة متماثلة

مثال (٣) :

على الخارطة (شكل ١٠-٦) م م محور الطية ويظهر السطح السفلي لطبقة من حجر الرمل سمكها ١٠٠ متر عند النقاط أ، ب وتعلوها طبقة من حجر الجير سمكة ٢٠٠ متر. وعلى الجانب الآخر من الطية يظهر السطح السفلي لحجر الجير عند النقطة د- ويعلو حجر الجير طبقة من الكونجلوميرات غير معلومة السمك وتحت الجميع طبقة من الطفل غير معلومة السمك.

المطلوب :

(١) رسم منكشف الطبقات

(٢) تحديد نوع الطية

الحل :

(١) رسم خط الامتداد الذي يمر بالنقطة أ وموازي للمحور وقيمه ٣٠٠ للسطح السفلس لحجر الرمل.

(٢) رسم خط امتداد يمر بالنقطة ب وموازي للمحور وقيمة ٢٠٠ للسطح السفلي للحجر الرمل.

(٣) قياس المسافة العمودية بين خطي الامتداد = ١٥ سم.

(٤) رسم بقية خطوط الامتداد شمال المحور مستعملا المسافة ١٥ سم.

(٥) ترقيم خطوط الامتداد للسطح السفلي لحجر الرمل ولبقية الاسطح مع ترقيم المحور (٤٠٠/٥٠٠/٧٠٠)

(٦) رسم منكشف الطبقات.

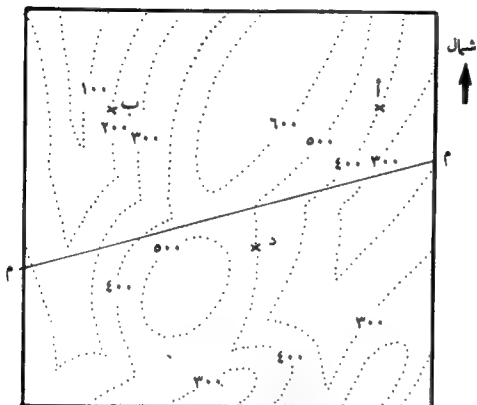
(٧) على الجانب الآخر للطية رسم خط امتداد يمر بالنقطة د وموازي للمحور وقيمه ٤٠٠ للسطح السفلي لطبقة حجر الجير. وبما ان قيمة المحور للسطح السفلي لطبقة حجر الجير هي ٥٠٠ فعليه نقيس المسافة العمودية بين هذين الخطين = ١ سم.

(٨) رسم بقية خطوط الامتداد على هذا الجانب وترقيمه.

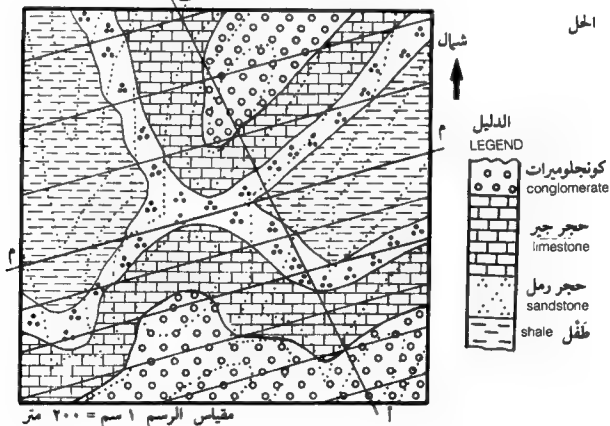
(٩) رسم منكشف الطبقات.

في الخارطة يتضح أنه توجد طية محدبة غير متناثلة لأن المسافة العمودية شمال المحور ١٥ سم لاتساوى المسافة العمودية جنوب المحور ١ سم.

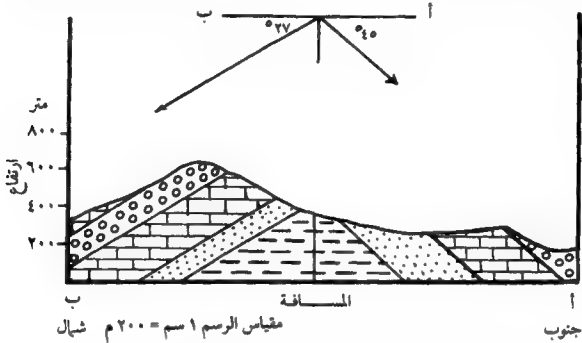
مثال : ٣ رسم منكشف الطبقات



مقياس الرسم ١ سم = ٢٠٠ متر



شكل (١٠ - ٦) يوضح طريقة رسم منكشف الطبقات



شكل (١٠-٧) طريقة رسم المقطع الجيولوجي لطبقات مطوية

## رسم المقطع الجيولوجي Geological Cross-Section

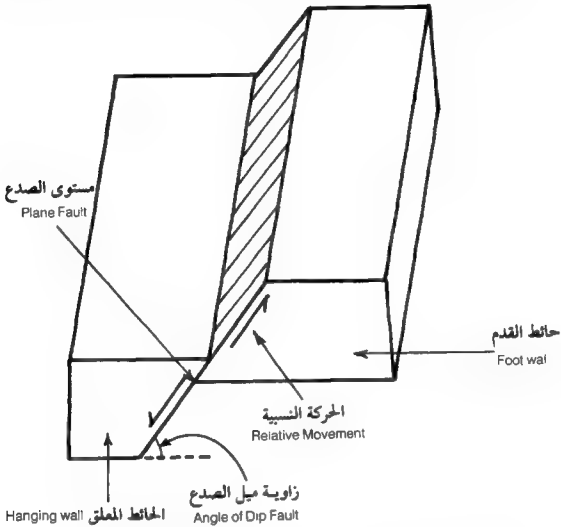
تتبع نفس الخطوات التي شرحناها من قبل وهي رسم القطاع الطبوغرافي أولاً ثم بعد ذلك على شريط الورق محور الطية ونقاط تقاطع اسطح (الطبقات شكل ٧-١٠).

نرسم خط أفقى أعلى القطاع الطبوغرافي يمثل س ص ونرسم زاوية ميل ٤٥ درجة في اتجاه ص وزاوية أخرى ٢٧ درجة في اتجاه س.

نرسم خطوط تمر بنقاط منكشفات الطبقات وموازية لزاوية الميل وعند المحور نوصلها بشكل منحنى حتى تلتقى مع اسطح الطبقات (شكل ٧-١٠).

## ثانياً: الصدوع Faults

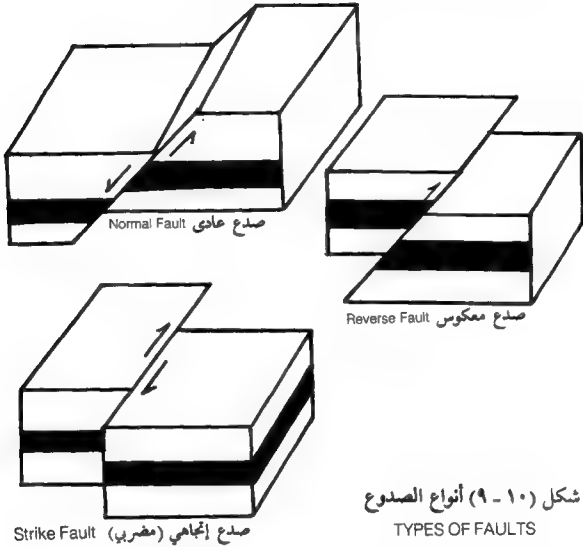
يعرف الصدع على أنه كسر حركى في صخور القشرة الأرضية حدث نتيجة الحركات الأرضية. وعادة ينتج من الصدع أن تتحرك كتلة من الصخر إما إلى أعلى أو إلى أسفل أو إلى الجانب أو في أي اتجاه آخر. وتسمى المسافة الرأسية التي تنتج من حركة الصدع برمى الصدع والكتلة التي تتحرك إلى أسفل بالنسبة للجانب الآخر تسمى رمى الصدع السفلي Downthrown side أما الكتلة التي تتحرك إلى أعلى نسبياً تسمى برمى الصدع العليا Upthrown side. ويفصل الكتلتين على جانبي الصدع



شكل (١٠ - ٨) رسم يوضح أجزاء الصدع FAULT PARTS

مستوى الصدع Fault plane والزاوية المحصورة بين مستوى الصدع والافق تسمى زاوية ميل الصدع. الكتلة التي ترقد فوق مستوى الصدع فتسمى حائط المعلق Hanging wall اما الكتلة التي تقع تحت مستوى الصدع فتسمى حائط القدم Foot wall ، (شكل ١٠ - ٨). وتوجد حركة نسبية على مستوى الصدع وهي التي تحدد موقع الحائطين واحيانا نتيجة للحركة النسبية يتحرك الحائط المعلق في اتجاه ميل مستوى الصدع مما ينجم عنه تكوين احد انواع الصدوع المسماة بالصدع العادي Normal fault. وعندما يتحرك الحائط المعلق نتيجة للحركة النسبية الى اعلى في اتجاه معاكس لميل مستوى الصدع يتكون الصدع المعكوس Reserve fault ، (شكل ١٠ - ٩). وقد تكون الحركة النسبية في اتجاه افقي وعندها يكون مستوي الصدع في وضع افقي وتكون زاوية ميل الصدع تساوي صفر وهذا النوع يسمى الصدع الاتجاهي أو الامتدادى Strike



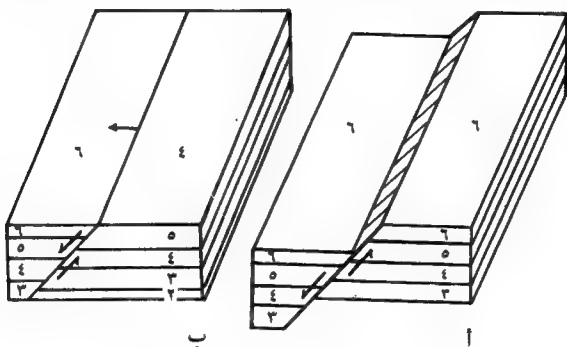


fault (شكل ٩-١٠) يمكننا التعرف على الصدع على سطح الأرض وذلك بمشاهدته عقب حدوثه مباشرة، فأما أن يرتفع أو ينخفض سطح الأرض مؤثرا في طبوغرافية سطح الأرض. أما بعد مرور ازمة جيولوجية (ولتقل ملايين السنين) فأن عوامل التعرية تحت المعالم الطبوغرافية مما ينجم عنه تسطح سطح الأرض في تلك المنطقة اما الطبقات الموجودة تحت سطح الأرض فان تأثير الصدع عليها يظل كما هو على مر العصور.

#### مكاشف الطبقات الأفقية Horizontal Beds Outcrops

##### ١) الصدع العادي Normal fault

في حالة الصدع العادي يتحرك الحائط المعلق إلى أسفل ويتحرك حائط القدم الى



شكل (١٠-١٠) صدع عادي NORMAL FAULT

أعلى نسبياً (شكل ١٠-١٠ أ). ويتعرض الجزء الأعلى الى التعرية ويتم تسوية سطح الارض وينتج الشكل (١٠-١٠ ب).

## ٢) الصدع المعكوس Reverse fault

في هذه الحالة يتحرك الحائط المعلق الى أعلى مستوى الصدع ويتحرك حائط القدم إلى أسفل نسبياً وتتعرض المنطقة الى تعرية ومن ثم تتم تسوية سطح الارض (شكل ١١-١٠).

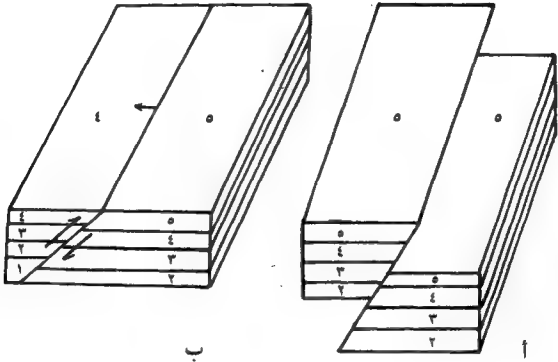
من الحالتين السابقتين يمكن أن نستنتج علاقة مهمة بين اتجاه ميل مستوى الصدع الذي دائماً يوضح على الخارطة، ومكشف الطبقات والعلاقة هي :

إذا كان اتجاه ميل مستوى الصدع في اتجاه الجانب الذي تظهر فيه الطبقات الحديثة فإن الصدع يكون عادي وإذا كان اتجاه ميل الصدع في اتجاه الجانب الذي تظهر فيه الطبقات القديمة فإن الصدع يكون معكوساً.

## مكاشف الطبقات المائلة :

### ١) الصدع العادي Normal fault

عندما تتعرض منطقة بها طبقات مائلة الى كسر ويتحرك الحائط المعلق الى اسفل

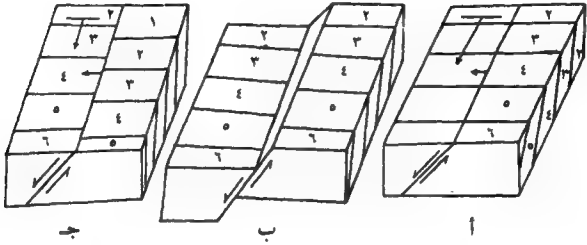


شكل (١٠-١١) صدع معكوس REVERSE FAULT

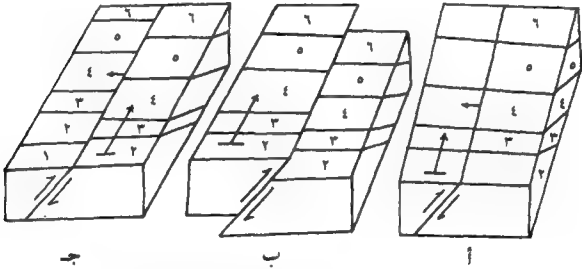
وحائط القدم إلى أعلى نسبياً ثم تتعرض المنطقة الى تعرية مما ينتج عنه أن نجد في الخارطة وفي اتجاه ميل مستوى الصدع ظهور الطبقات المائلة كاملة وتشمل هذه الطبقات الحديثة اما على الجانب الاخر فتتكشف الطبقات القديمة ويوضح الشكل ١٠-١٢ مراحل تكون الصدع العادي .

## ٢) الصدع المعكوس Reverse fault

في هذه الحالة يتحرك الحائط المعلق الى اعلى وحائط القدم الى اسفل نسبياً ومن ثم تتعرض المنطقة الى التعرية وتسطح الارض ونتيجة لذلك تنكشف الطبقات القديمة على جانب الحائط المعلق في اتجاه ميل مستوى الصدع (شكل ١٠-١٣) .



شكل (١٠-١٢) مراحل تكون الصدع العادي NORMAL FAULT DEVELOPMENT



شكل (١٠-١٣) مراحل تكون الصدع المعكوس

REVERSE FAULT DEVELOPMENT

مثال ٤: على الجسم شكل (١٠-١٤) ارسم:

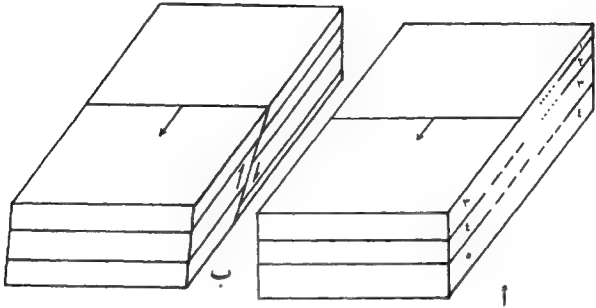
٢ - الحركة النسبية

١ - الصدع

٣ - تحديد نوع الصدع

الحل:

نوع الصدع معكوس.



شكل (١٠ - ١٤ ب) الحل

شكل (١٠ - ١٤ أ) مثال - ٤

(نوع الصدع معكوس)

الشكل يوضح اتجاه الحركة النسبية

مثال ٥ :

اكمل رسم الطبقات على الجسم (شكل ١٠-١٥ أ) وبين الآتي :

- ١) نوع الصدع
- ٢) خطوط الامتداد والميل .
- ٣) الحركة النسبية .

الحل :

نوع الصدع معكوس (شكل ١٠-١٥ ب) .

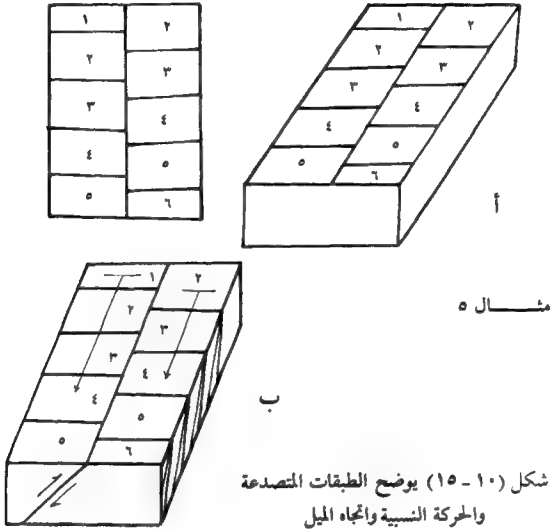
مثال ٦ :

اكمل الجسم (شكل ١٠-١٦ أ) ثم بين الآتي :

- ١) نوع الصدع
- ٢) الحركة النسبية

الحل :

١) نوع الصدع عادي (شكل ١٠-١٦ ب) .



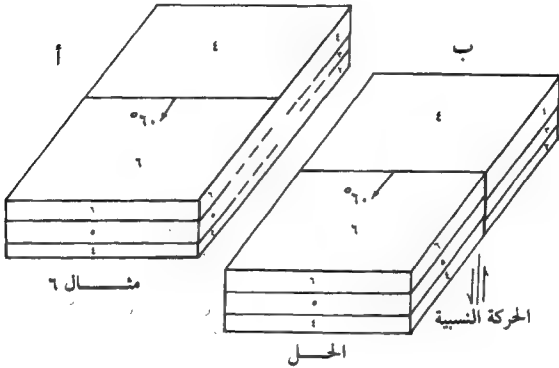
شكل (١٥-١٠) يوضح الطبقات المتصدعة والحركة النسبية واتجاه الميل

### ثالثاً: الطيات المتصدعة Faulted Folds

عندما تتعرض الطبقات الى حركات ارضية متتالية ينتج عن الحركة الارضية الاولى طيات ثم تتعرض الطبقات المطوية Folding beds الى حركة ارضية ثانية مما ينتج عنها أن تتصدع الطبقات المطوية .  
على الخارطة يمكن استنتاج ذلك بواسطة تحديد اتجاه ميل وامتداد الطبقات .

مثال ٧ :

في هذه المنطقة شكل (١٧-١٠) ترسبت ثلاثة طبقات ١، ٢، ٣، ثم تعرضت المنطقة إلى حركة أرضية نتج عنها تكون طية محدبة أ . ثم تعرضت المنطقة إلى حركة أرضية أخرى نتج عنها أن تصدعت الثلاث طبقات المطوية ب . وتحركت الكتلة الامامية لأسفل في اتجاه رمية الصدع . ثم أخيراً تعرضت المنطقة للتعرية التي ساوت سطح الأرض .



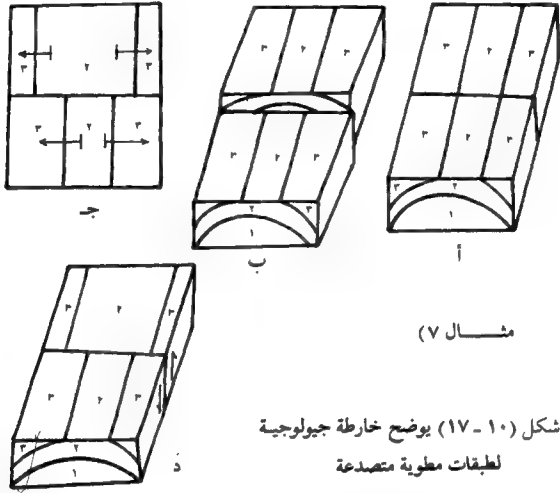
شكل (١٠ - ١٦) مكشف الصدع العادي في الطبقات الافقية

الحل:

لرسم الخارطة الجيولوجية لهذه المنطقة أولاً نرسم الصدع على الخارطة ج ثم نرسم الطبقات ونحدد اتجاه امتداد وميل الطبقات. بما أن مكشف الطبقة القديمة ٢ أكبر عرضاً شمال الصدع، وهذا يدل على أن الكتلة شمال الصدع تحركت نسبياً إلى أعلى والكتلة جنوب الصدع تحركت نسبياً إلى أسفل في اتجاه رمية الصدع. ومن هذا نستنتج أن الصدع هنا صدع عادي ويوضح شكل (١٠-١٧ د) وضع المنطقة بعد التعرية ليظهر عليها رمية الصدع ومكشف الطبقات.

### رسم مكاشف الطبقات المتصدعة Faulted Bed Outcrops

يتضح مما تقدم أن تأثير الصدع يقتصر على امتداد الطبقات التي تبين الارتفاعات على سطح الطبقة. فانخفاض أو ارتفاع الطبقات على أحد جانبي الصدع ينتج عنه، تغيير ارتفاعات خطوط الامتداد بحيث يقل أو يزيد ارتفاعها بمقدار رمية الصدع. فإذا عرفنا مقدار رمية الصدع على الخارطة فإنه يمكننا رسم مكاشف الطبقات على جانبي الصدع وذلك برسم خطوط امتداد الطبقات على أحد جانبي الصدع وبطرح



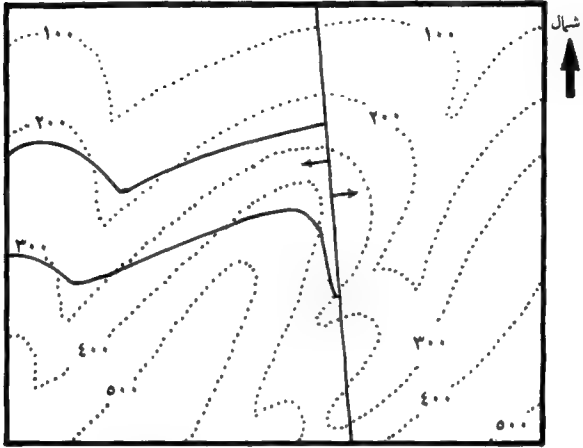
شكل (١٠ - ١٧) يوضح خارطة جيولوجية  
لطبقات مطوية متصدعة

قيمة رمية الصدع عن ارتفاع قيمة خط الامتداد على الجانب فإنه يمكننا رسم مكاشف الطبقات المائلة على هذا الجانب.

في الحالات التي تتعرض فيها الطبقات المائلة الى حركة أرضية ينتج عنه صدع ويكون ميل واتجاه الطبقات ثابت على جانبي الصدع فإنه يمكننا رسم مكاشف الطبقات على جانبي الصدع وفي هذه الحالة تكون خطوط الامتداد متوازية والمسافة العمودية بينها متساوية.

يمكننا تحديد العمر النسبي للصدع وذلك بأن الطبقات المطوية اقدم من الصدع الذي أثر فيها واذا وجدنا في الخارطة طبقات متصدعة واخرى غير متصدعة ففي هذه الحالة يكون الصدع احدث من الطبقات واقدم من الطبقات الغير متصدعة. اما اذا وجدنا صدعين على الخارطة يكون الصدع المقطوع احدث من الصدع القاطع وكذلك الصدع الكبير الحاجز اقدم من الصدوع الصغيرة التي لاتعدها.





مقياس الرسم ١ سم = ٢٠٠ متر

شكل (١٠ - ١٨) سطحى الطبقة على جانب الصدع

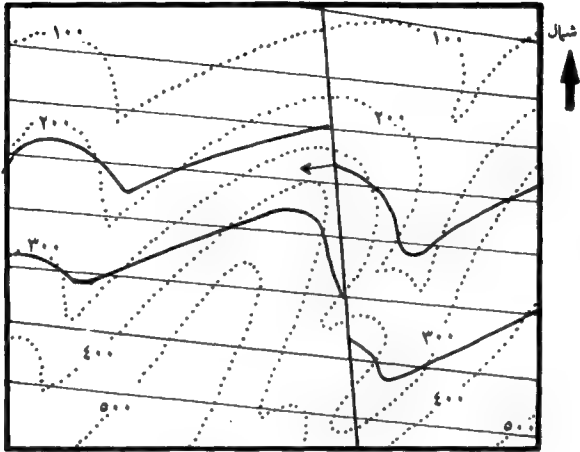
مثال ٨ :

على الخارطة شكل (١٠ - ١٨) يظهر السطح السفلي والسطح العلوي لطبقة من حجر الرمل والخط ص - ص يمثل صدع قيمة رميته ٢٠٠ متر في الاتجاه المحدد على الخارطة والمطلوب :

- (١) رسم مكشف طبقة حجر الرمل على جانب الصدع .
- (٢) حساب مقدار واتجاه ميل الطبقة .
- (٣) تحديد نوع الصدع
- (٤) حساب السمك الحقيقي الرأسى والحقيقي لطبقة حجر الرمل .

الحل :

- (١) أنظر الشكل (١٠ - ١٨) مرسوم عليه خطوط الامتداد ومكشف طبقة حجر الرمل على جانب الصدع .



مقياس الرسم ١ سم = ٢٠٠ متر

شكل (١٠ - ١٨ ب) الحل: طريقة رسم سطحي الطبقة على جانب الصدع.

(٢) زاوية الميل ..... في اتجاه الشمال الشرقي

$$\theta = \frac{100}{100} = 1^\circ$$

$$\theta = 45^\circ \text{ درجة}$$

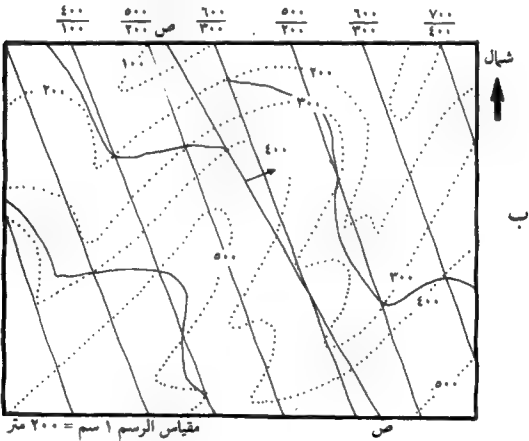
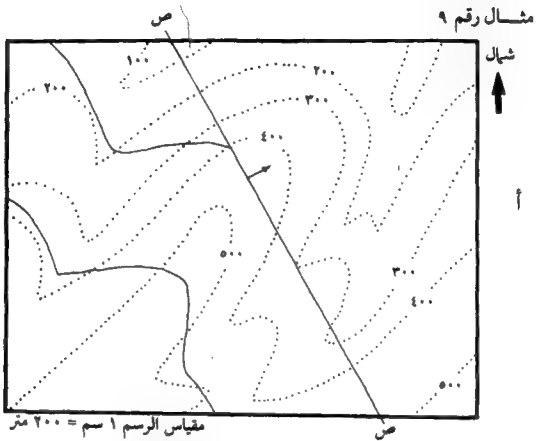
(٣) السمك الرأسى = ٣٠٠ متر

السمك الحقيقي = جتا  $45^\circ \times 300 = 213$  متر

(٤) نوع الصدوع = اتجاهي أو مضربي (Strike fault)

مثال ٩:

في الشكل (١٠ - ١٩ أ) يظهر مكشف طبقة من الحجر الجيري مرسوم على الجانب



شكل (١٠ - ١٩) طريقة رسم سطحي الطبقة على جانب الصدع

الغربي من الخارطة، والخط ص - ص يمثل اثر صدع قيمة رميته ٢٠٠ متر في اتجاه الشرق. والمطلوب :

- (١) رسم مكشف طبقة حجر الجير على الجانب الشرقي من الخارطة.
- (٢) حساب قيمة واتجاه الميل.
- (٣) حساب السمك الرأسى لطبقة حجر الجير.

الحل :

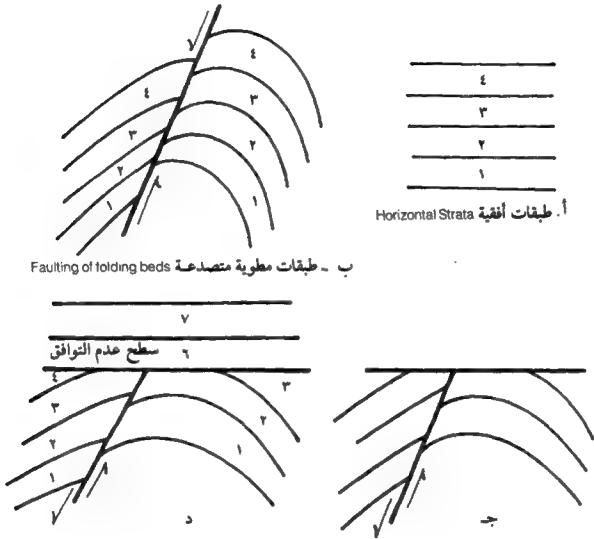
- (١) انظر الشكل (١٠ - ١٩ ب)
- (٢) قيمة زاوية الميل =  $\frac{١٠٠}{٢٠٠}$  = ٠.٥ = اتجاه الميل جنوب غرب.
- (٣) سمك طبقة حجر الجير = ٣٠٠ متر

رابعاً: عدم التوافق : Unconformity

عندما يرتفع حوض الترسيب بواسطة الحركات الارضية فوق سطح البحر ينقطع الترسيب ونتيجة للحركات الارضية تميل الطبقات Dipping أو تنثني Folding أو تتصدع Faulting وبعد ذلك تتعرض هذه الطبقات المرفوعة الى عوامل التعرية وتزال اجزاء من الطبقات العليا منها، تهبط بعد ذلك مكونة حوض ترسيب جديد ترسب عليه مجموعة من الطبقات الحديثة فوق سطح التعرية شكل (١٠ - ٢٠) وفي هذه الحالة يكون لدينا مجموعتان، مجموعة من الطبقات القديمة متأثرة بالحركات الارضية وتعلوها مجموعة من الطبقات الحديثة الأفقية. ويسمى السطح الذي يفصل بين هاتين المجموعتين بسطح عدم التوافق وذلك لعدم توافق ميل المجموعتين من الطبقات.

أنواع عدم التوافق Types Of Unconformity

السطح الفاصل بين الكتل الصخرية المتداخلة والمنفصلة عن بعضها عموديا بواسطة اسطح التعرية أو عدم الترسيب يسمى سطح عدم التوافق Unconformity ولقد أجريت عدة تقسيمات لهذه الظاهرة واهم التقسيمات المتبعة حالياً هي :



شكل (١٠ - ٢٠) يوضح مراحل تكون سطح عدم التوافق

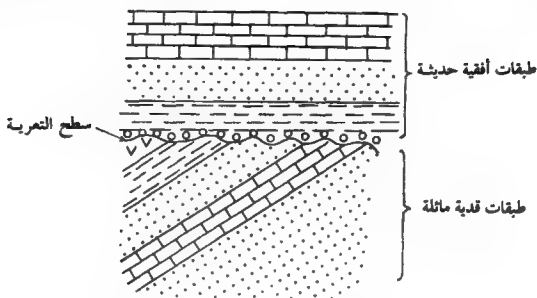
Unconformity Development

#### ١) عدم التوافق الزاوي Angular Unconformity

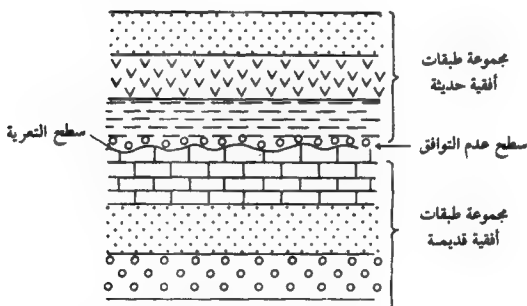
هو السطح الذي يفصل الطبقات السفلى عن الطبقات الأفقية التي فوقها وإن السطح الفاصل يكون بصورة أفقية نتيجة التعرية شكل (١٠-٢١).

#### ٢) عدم التوافق المتوازي Disunconformity

إن هذا النوع من عدم التوافق يوضح اسطح التعرية التي يفصل بين مجموعتين من الطبقات الأفقية تفصلهما فترة عدم الترسيب وهي سطح تعرية وفي هذه الحالة تكون الطبقات متوازية الميل شكل (١٠-٢١ ب).



أ. عدم التوافق الزاوي ANGULAR UNCONFORMITY

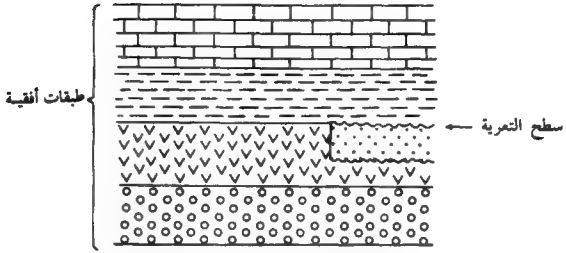


ب. عدم التوافق المتوازي DISCONFORMITY

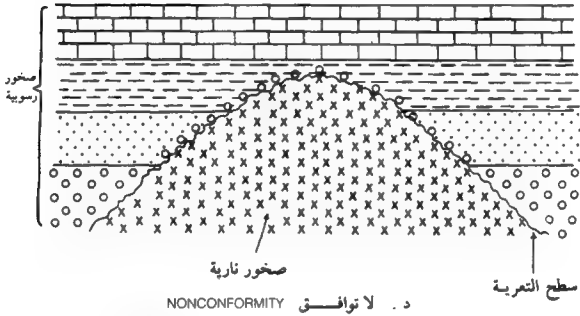
شكل (١٠ - ٢١) أنواع عدم التوافق TYPES OF UNCONFORMITY

## ٣) عدم التوافق المحلي Local Unconformity

هذا النوع مشابه لعدم التوافق المتوازي ولكن له امتداد جغرافي محدود بفترة عدم ترسيب صغيرة ويكون محصور حول حوض عدم الترسيب وفي هذه الحالة يحصل عدم ترسيب في هذه المنطقة بينما يستمر في المناطق المحيطة بها شكل (١٠ - ٢١ ج).



ج. عدم التوافق المحلي LOCAL UNCONFORMITY



د. لا توافق NONCONFORMITY

#### تابع شكل (١٠-٢١) أنواع عدم التوافق TYPES OF UNCONFORMITY

##### ٤) اللاتوافق Nonconformity

هو سطح التعرية الذي يفصل بين الصخور النارية أو المتحولة والصخور الرسوبية التي تترسب فوقها شكل (١٠ - ٢١د).





## **الباب الحادي عشر**

---

### **الخرائط الطبقيّة والجيوفيزيائية**

### **STRATIGRAPHIC AND GEOPHYSICAL MAPS**



# **الباب الحادي عشر**

## **الخرائط الطبقيّة والجيوفيزيائية**

### **STRATIGRAPHIC AND GEOPHYSICAL MAPS**

#### **أولاً : الخرائط الطبقيّة Stratigraphic Maps**

##### **مقدمة INTRODUCTION**

لقد درسنا الخرائط الطبوغرافية التي تعكس معالم سطح الأرض وارتفاعها نسبة إلى مستوى سطح البحر، والخرائط الجيولوجية التي توضح توزيع ونوع الصخور على سطح الأرض.. وفي جميع حالات تصميم الخرائط الجيولوجية تؤخذ المعلومات من المكاشف الصخرية.

والخرائط الطبقيّة ماهي الا خرائط تحت سطحية لطبقات تبين لنا جسم الطبقات في ثلاثة أبعاد كما توضح التوزيع السطحي لهذه الطبقات والتراكيب الجيولوجية المصاحبة بالإضافة إلى تحديد أنواع الصخور والوحدات الطبقيّة والخصائص الطبقيّة ذات العلاقة. ولرسم الخرائط الطبقيّة نحتاج إلى جمع معلومات كثيرة وتنسيقها وربطها ومقارنتها بمعلومات أخرى وهذه المعلومات يمكن الحصول عليها من الآبار. ولرسم الخارطة الطبقيّة نحدد أولاً مواقع الآبار على الخارطة الأساسية للمنطقة المراد دراستها وعادة ما يستعمل هذا النوع من الخرائط في تحديد مواقع وحجم خزانات النفط.

##### **أنواع الخرائط الطبقيّة Types of stratigraphic maps**

توجد عدة أنواع من الخرائط الطبقيّة، وتحتاج كل واحدة لمعلومات محدّدة من الوحدات الطبقيّة وتعطي تفسيراً جيولوجياً معيّنًا للمنطقة. ومن أهم الخرائط الطبقيّة هي كالتالي:

(١) خارطة كتّورية بئائيّة Structural contour map

- (٢) خارطة السماكة Isopach map  
 (٣) خارطة النسبة Ratio map  
 (٤) خارطة السحنة Facies map  
 (٥) خارطة الجغرافية القديمة Paleogeographic map  
 (٦) خارطة السحن الحياتية Biofacies map  
 وفيما يلي نوجز مفهومنا عن الخرائط السابق ذكرها:

### خارطة كتورية بنائية Structural contour map

هي الخارطة التي توضح الشكل الهندسي لسطح الطبقة وعليه فانها تبين نوع الحركات البنائية التكتونية التي أثرت على سطح الطبقة. ولرسم هذا النوع من الخرائط الطبقة نحتاج أولاً تحديد مستوى الطبقة من سطح البحر ويتم ذلك بتحديد ارتفاع نقطة حفر البئر من مستوى سطح البحر وطرح العمق الذي تم حفره للوصول لسطح الطبقة.

مثال: إذا كان ارتفاع البئر رقم (١) من مستوى سطح البحر ٥٨٠ متراً وعمق السطح العلوي لطبقة حجر الرمل في البئر ٨٠ متراً. عندها يكون منسوب السطح العلوي لطبقة حجر الرمل هو ٥٨٠ - ٨٠ = ٥٠٠ متراً.

ولهذا على الخارطة وعند موقع البئر رقم (١) نكتب قيمة السطح العلوي لطبقة الرمل وهكذا لكل الآبار على الخارطة:- ثم نوصل خطوط الكنتور على الخارطة مع مراعاة الآتي:

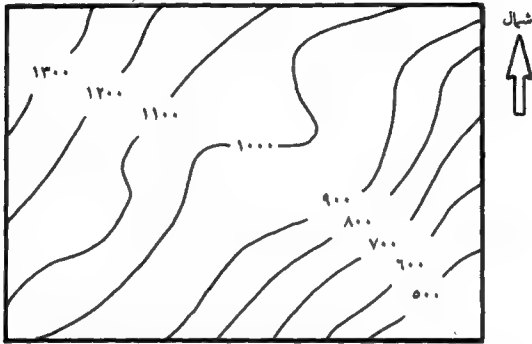
(١) رسم خطوط الكنتور باليد على شكل منحنيات مثل ما فعلنا في الخارطة الطبوغرافية.

(٢) اختيار فاصل كتوري (Contour interval) مناسب على حسب قيم مستوى سطح الطبقة ويكون ثابت في الخارطة شكل (١١ - ١).

### تفسير الخارطة الكتورية البنائية

#### Interpretation of structural contour map

كما أوضحنا أن هذا النوع من الخرائط الطبقة يعكس الشكل الهندسي التركيبي لسطح الطبقة وذلك من علاقة خطوط الكنتور ومن التفسيرات المهمة الآتي:



شكل (١١-١) خارطة كتتورية تركيية لسطح طبقة مائلة .

(١) سطح الطبقة مائل : Surface of inclined strata

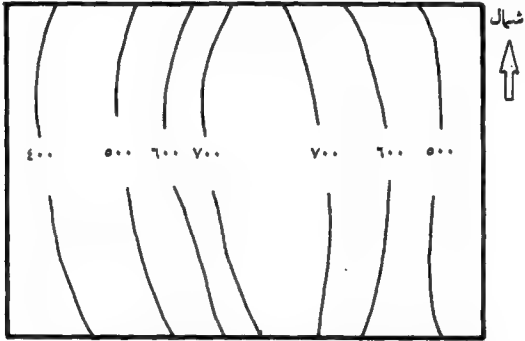
في هذه الحالة تتقارب خطوط الكتور وتمتد في اتجاه واحد وتقل قيمها في اتجاه متعامد على امتدادها. أن المسافات بين خطوط الكتور تعطى فكرة عن زاوية الميل كلما تقاربت وكلما زادت زاوية الميل شكل (١١-١).

(٢) سطح الطبقة مطوى Surface of folding strata

في هذه الحالة تظهر خطوط الكتور ممتدة في اتجاه في وسط الخارطة وتزداد قيم خطوط الكتور بعيداً عن المحور (طية محدبة) أو تقل قيم خطوط الكتور بعيداً عن المحور (طية مقعرة) وفي هذه الحالة تكون الطبقة تعرضت بعد الترسيب لحركة ارضية نتج عنها طي الطبقة شكل (١١-٢).

(٣) القباب والمنخفضات Domes & Basins

عندما يكون سطح الطبقة على شكل منخفض فإنه يظهر في الخارطة على شكل جبل مخروطي تقل فيه قيم خطوط الكتور من الوسط في كل الاتجاهات. اما اذا كان شكل سطح الطبقة على شكل قبة تزداد فيه قيم خطوط الكتور في كل الاتجاهات، ويجب أن نلاحظ أن ذلك يحدث إذا كان مستوي سطح الطبقة تحت مستوي سطح البحر شكل (١١-٣).



شكل (١١-٢) خارطة كتتورية تركيبية لسطح طبقة مطوية.

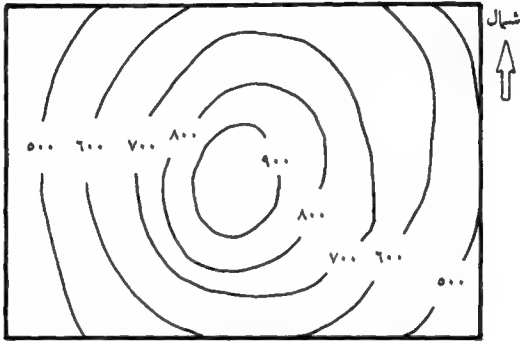
#### (٤) الصدوع Faults

إذا تأثر سطح الطبقة بصدع فإنه يظهر على الخارطة بتغيير مفاجيء لقيم خطوط الكتتور وفي مكان الصدع تتقارب خطوط الكتتور شكل (١١-٤ أ).

هذه أهم الحالات لتفسير الخارطة الكتتورية البنائية لسطح الطبقة ويجب ملاحظة أننا نرسم خارطتين، الأولى للسطح السفلي للطبقة، والثانية للسطح العلوي للطبقة نفسها وعند استنتاج الحركات البنائية التكتونية التي أثرت على الطبقة يجب أن يتم الاستنتاج من الخارطتين لمعرفة علاقة الترسيب بالحركات الأرضية. ومثال لذلك إذا وجدنا صدع على خارطة السطح السفلي ولم يظهر الصدع على خارطة السطح العلوي عندها يكون الصدع قد حدث قبل ترسب الطبقة وأثر على الطبقة التي تقع أسفل هذه الطبقة. ويوضح الشكل (١١-٤ ب) القطاع الطبوغرافي (س-ص) على الخارطة. ويتضح من القطاع أن السطح السفلي لحجر الرمل قد تصدع، ورمية الصدع ٦٠٠ متر في اتجاه الغرب.

#### خارطة السماكة Isopach Map

هي الخارطة التي توضح الاختلاف في سمك الوحدة الطبقيّة المعينة في منطقة ما وذلك عن طريق رسم خطوط الكتتور التي توصل نقاط ذات سمك واحد



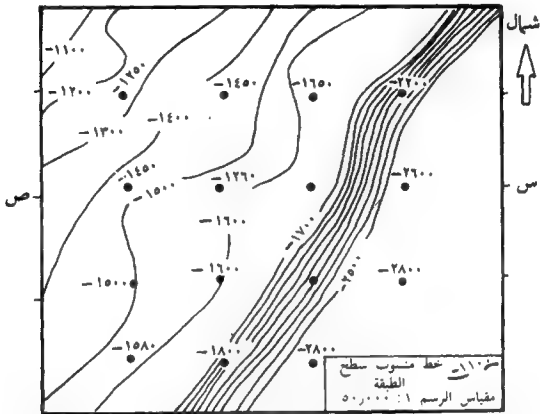
شكل (١١-٣) خارطة كتتورية تركيبية لسطح طبقة قبية .

للوحدة الطباقية، شكل (٦-٥). ولرسم هذا النوع من الخرائط الطباقية يجب تحديد منسوب السطح العلوي والسطح السفلي للوحدة الطباقية ومن ثم حساب السمك، كما يمكن رسم خارطة السماكة باستعمال خارتان كونتورية بنائية لسطحي الوحدة الطباقية وذلك بطرح قيم ارتفاع السطح السفلي من ارتفاعات السطح العلوي في كل نقطة معينة ثم بعد ذلك نرسم الخطوط الكنتورية التي توصل النقاط ذات السمك الواحد، ولاعداد خارطة السماكة يجب مراعاة الآتي:

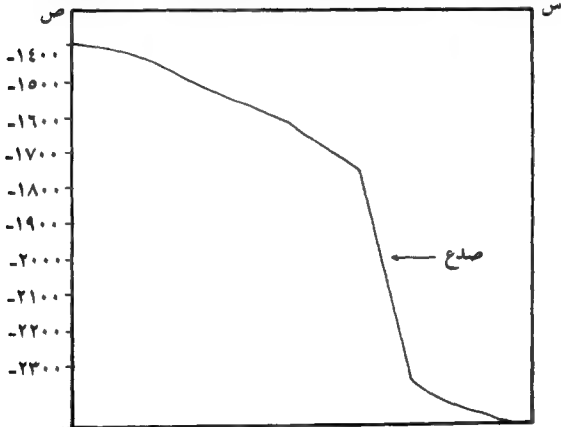
- (١) تثبيت قيم السمك في كل نقطة على الخارطة الأساسي.
- (٢) توصيل خطوط الكنتور باليد في شكل منحنى متبعا نفس الطريقة الموضحة في رسم الخرائط الطبوغرافية.
- (٣) اختيار فاصل كتتور (Contour interval) مناسب يبين الاختلاف في السمك شكل (١١-٥).

#### تفسير خارطة السماكة Interpretation of Isopach map

تتميز خارطة السماكة عن غيرها من الخرائط الكنتورية وذلك باعتبار السطح العلوي للوحدة الطباقية في كل بئر هو السطح القياسي (Datum) للسمك لأن السمك يحدد تحت هذا المستوى اما في حالة الخرائط الكنتورية فان سطح البحر

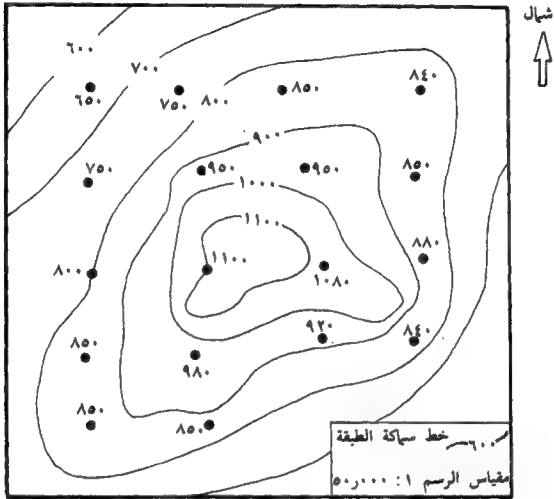


شكل (١١ - ١٤) خارطة كنتورية تركيبية للسطح السفلي لحجر الرمل



شكل (١١ - ١٤ب) قطاع طبوغرافي يوضح السطح السفلي لحجر الرمل





شكل (١١-٥) خارطة سماكة ISOPACH MAP

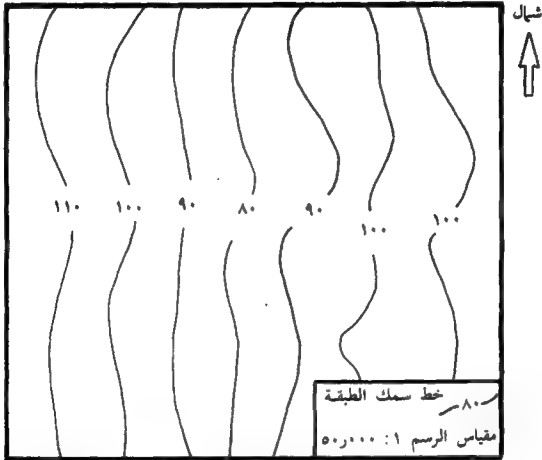
هو المستوى القياسي. هذا فان خارطة السماكة لها أفضلية على القطاعات الجيولوجية لأنها توضح التطور التركيبي للمنطقة وذلك برسم عدة خرائط لطبقات مختلفة الأعمار في نفس المنطقة. ومن الاستنتاجات المهمة لخارطة السماكة:

#### ١) إنخفاض في الحوض أثناء الترسيب

في هذه الحالة ينخفض الحوض أثناء الترسيب ولذلك يكون الاختلاف واضح يبلغ اقصى وسط الحوض ويقل تدريجياً في كل الاطراف. وتظهر خارطة السماكة على شكل حوض (Basin) تكون خطوط الكتور مقبولة ولها أقصى قيمة للسماك في الوسط شكل (١١-٥).

#### ٢) طيات قبل الترسيب

إذا حدثت حركة ارضية وتكونت طية ثم بعد ذلك ترسبت الطبقة،



شكل (١١-٦) خارطة سماكة لطبقة ترسبت بعد تكون الطية

في هذه الحالة يتغير سمك الطبقة التي ترسبت بعد تكون الطية، فنجد أن السمك يكون صغيراً عند الوسط بجوار المحور ويزداد في الاطراف بعيداً عن الوسط، هذا إذا كانت الطية محدبة اما اذا كانت الطية مقعرة فان السمك يكون كبيراً في الوسط بجوار المحور ويقل في الاطراف شكل (١١-٦). اما إذا كانت الطية حدثت بعد الترسيب فأنها لاتؤثر على سمك الطبقة.

### (٣) صدع قبل الترسيب

عندما ينتج صدع وترسب بعده الطبقات فان الطبقة التي ترسب بعد الصدع يتأثر سمكها بالصدع وفي هذه الحالة يتكون تغير مفاجيء في السمك ويظهر ذلك على خارطة السماكة بازدياد قيم خطوط الكتور وتقاربها شكل (١١-٧).

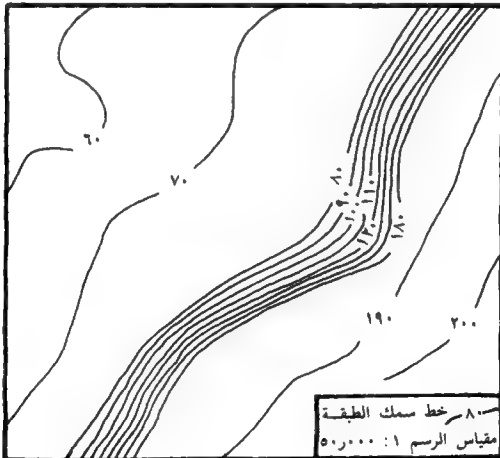
أما اذا حدث الصدع بعد الترسيب فان سمك الطبقة لايتأثر بالصدع.

## (٤) حدود التعرية

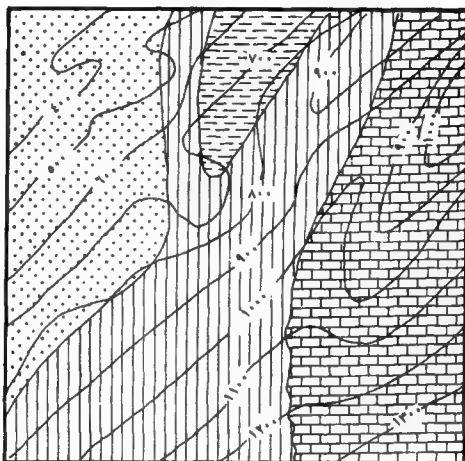
في هذه الحالة نجد أن خارطة السماكة بها خط كتور قيمته صفر ، أو السمك الذي قمته صفر وهذا يوضح أن هذه المنطقة تعرضت الى تعرية بعد الترسيب وقد يكون السمك الذي قيمته صفر يمثل حدود ساحل الشاطئ .

## خارطة السحنات Facies Map

هي الخارطة التي يظهر عليها توزيع السحنات ومن ثم تبين الاختلاف السطحي للمميزات الصخرية في الوحدة الطبقة كما تدلنا على بيئة ترسيب الصخور. أن الخارطة السحنية التي توضح الاختلافات الصخرية تسمى خارطة السحن الصخرية Lithofacies Map وهي التي يعتمد في رسمها على نوع الصخر. لرسم الخارطة السحنية فاننا نحسب نسبة سمك صخر معين (حجر الرمل) من السمك الكلي للوحدة الطبقة في كل بئر ، ثم ترسم خطوط الكتور التي توضح

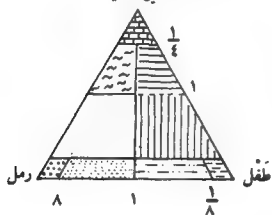


شكل (١١-٧) خارطة لطبقة ترسبت بعد تكون الصدع



مقياس الرسم ١ : ٥٠,٠٠٠

غير فتاتية



شكل (١١ - ٨) خارطة سماكة وسحنة

ISOPACH AND FACIES MAP

السحنات على الخارطة وهكذا نحسب نسبة الصخور الأخرى (حجر الجير والطفل) في كل بئر ومن ثم ترسم الحدود التي تفصل بين هذه السحنات. كل خارطة سحنية لابد من أن يرسم معها دليل جيولوجي وهناك مثلث يوضح نوع الصخور ونسبها على الخارطة. وغالبا ماترسم خارطة السحنات على خارطة السماكة، لكي يسهل استنتاج العلاقة، وتسمى هذه الخارطة بالخارطة

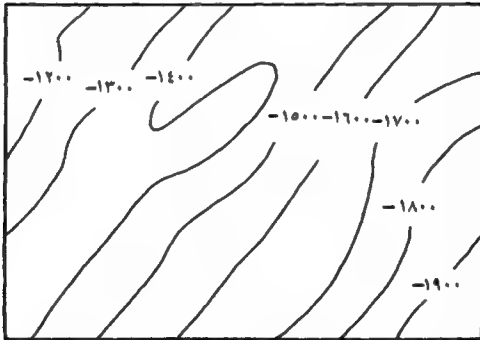
التكتونية القديمة (Paleotectonic map). شكل (٨-١١).

### تفسير خارطة السحنات Interpretation of Facies map

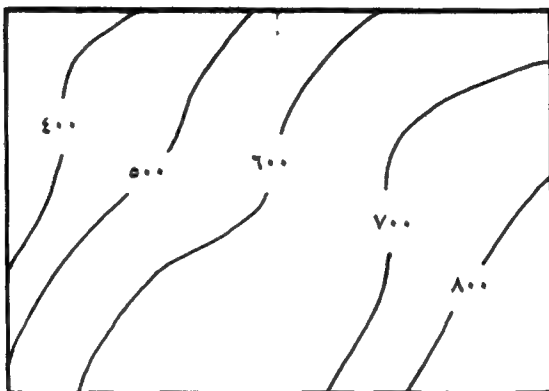
الخارطة السحنية هي الخارطة الجيولوجية تحت سطحية التي توضح توزيع ونوع السحنات في وحدة طبقيّة ولهذا تفسر خارطة السحنة بتحديد المناطق على الخارطة التي ترسب فيها الصخور الفتاتية (كلسية) كما يمكن تحديد بيئة الترسيب. اما الاستنتاج الاساسي والمهم فانه يمكن استخلاصة بمقارنة خارطة السحنات مع خارطة السماكة والخارطة الكونتورية لنفس المنطقة.

### مقارنة الخرائط الطبقيّة : السحنات والسماكة والكتتورية التركيبية Facies, Isopach, and Structural Contour maps comparison

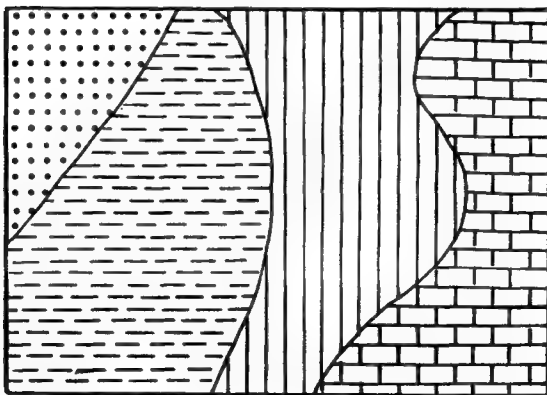
للمقارنة بين هذه الخرائط الثلاثة يجب رسم هذه الخرائط بمقياس واحد كما يستحسن رسمها على ورق شفاف (كُلُّكَ) حتى يسهل وضعها فوق بعضها البعض. ودراسة اتجاهات خطوط المناسيب في الخارطة الكتتورية التركيبية واتجاهات خطوط الكتتور للسماكة واتجاهات خطوط السحنات يمكن تفسير الحالات التالية:



شكل (١١-٩) خارطة كتتورية تركيبية للسطح السفلي للطبقة (x) Structure Contour Map



شكل (١١ - ٩ب) خارطة سماكة للطبقة (x) Isopach Map



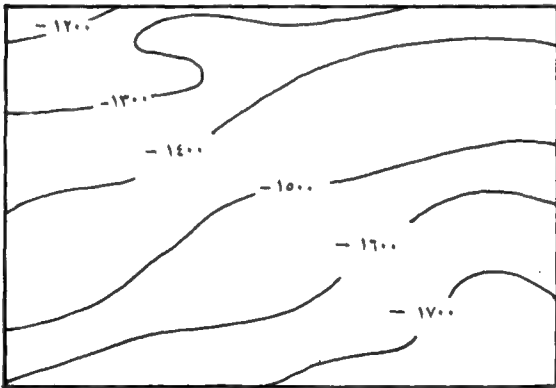
شكل (١١ - ٩ج) خارطة السحنات للطبقة (x) Facies Map

## (١) اتجاهات خطوط الخرائط الثلاثة متوازية

قد تكون الاتجاهات في الثلاثة خرائط تمتد في اتجاه تقريبا أو قد يكون جزء معين في الخرائط الثلاثة - مثل شمال الخرائط الثلاثة. وعندما تكون الاتجاهات الثلاثة متوازية تقريبا في الخارطة الكونتورية التركيبية وخارطة السماكة وخارطة السحن فاننا نستنتج أن عملية الترسيب حدثت مزامنة مع الحركات التكتونية وكذلك الرواسب جلبت من مصدر واحد. كما أنه لم يحدث أي حركات أرضية اخلت أو اعاقت عملية الترسيب شكل (٩-١١).

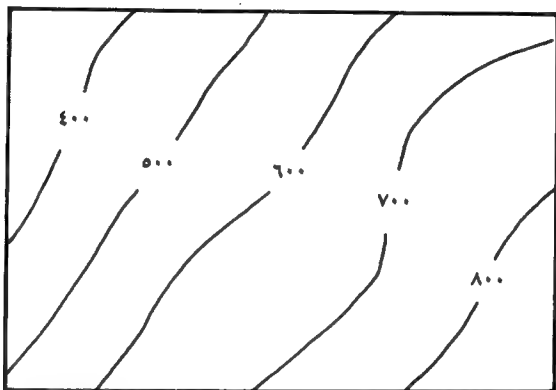
## (٢) اتجاهات خطوط خارطتنا السماكة والسحنات متوازية ومتقاطعة مع اتجاه خطوط الكنتور التركيبية

في هذه الحالة يكون حوض الترسيب قد استقبل كل الرواسب وتم تكوين الطبقات ثم بعد ذلك حدثت حركة أرضية أثرت فقط في منسوبي سطحى الطبقة ولكنها لم تؤثر على سمك الطبقات وسحناتها شكل (١٠-١١).

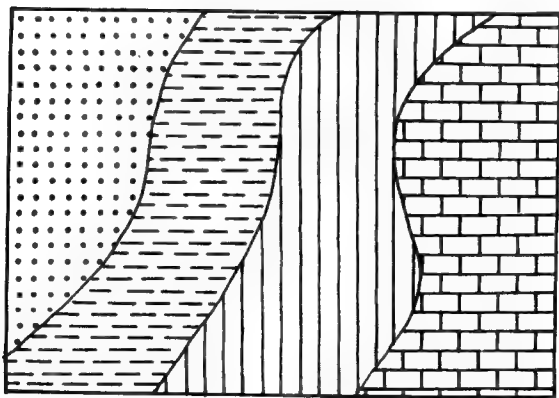


شكل (١١ - ١٠) خارطة كتورية للسطح السفلى للطبقة (X)

Structure Contour Map



شكل (١١-١٠) خارطة سماكة للطبقة (x) Isopach Map



شكل (١١-١٠ ج) خارطة السحنات للطبقة (x) Facies Map



(٣) اتجاهات خطوط خارطتنا السماكة والخارطة الكتورية التركيبية متوازيات ومتقاطعة مع اتجاه خطوط السحنات.

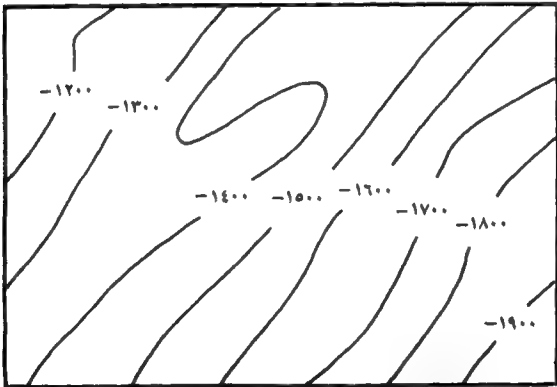
حدثت حركة ارضية متزامنة مع عملية الترسيب ولكن حوض الترسيب كان يستقبل رواسب من مصادر مختلفة وآتية في عدة اتجاهات شكل (١١-١١).

(٤) اتجاهات خطوط خارطتنا السحنات والكتور التركيبية متوازية ومتقاطعة مع اتجاه خطوط السماكة

هذه الحالة توضح أن صخور هذه المنطقة تكونت نتيجة شعاب جيرية ترسبت داخل البحر. شكل (١١-١٢).

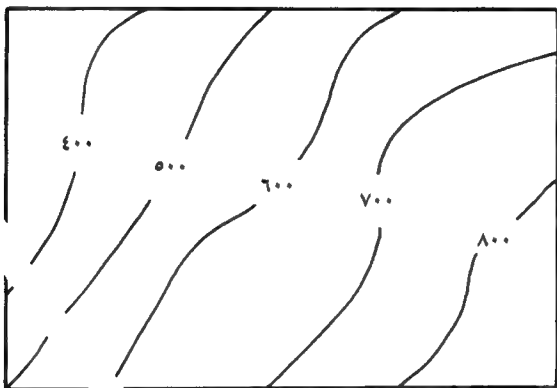
(٥) اتجاهات خطوط الخرائط الثلاثة متقاطعة

هذه المنطقة تعرضت إلى تعرية بعد الترسيب ولهذا اصبحت معقدة بحيث يصعب ايجاد تفسير يوضح العلاقة بين الترسيب والحركات الارضية.

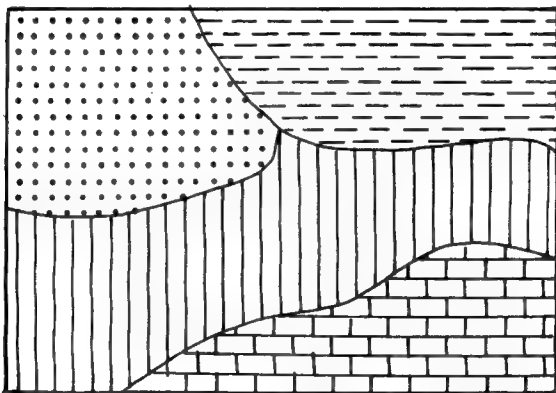


شكل (١١-١١) خارطة كتورية تركيبية للسطح السفلي للطبقة (X)

Structure Contour Map



شكل (١١-١١) خارطة سماكة الطبقة (x) Isopach Map



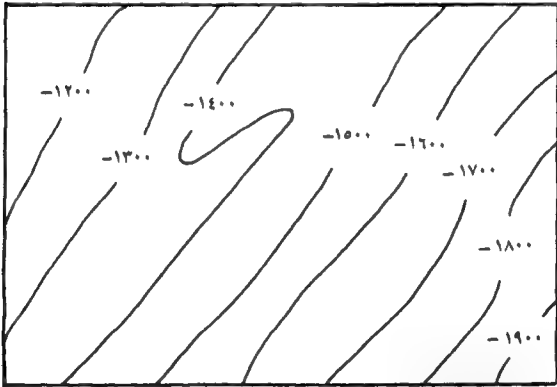
شكل (١١-١١ ج) خارطة السحنات للطبقة (x) Facies Map

### خارطة تساوي السماكة Isolith Map

خارطة الوحدة السحنية هي احدى انواع الخرائط السحنية وهي توضح التباين في سمك وحدة سحنية واحدة (حجر الرمل) في منطقة معينة. ولرسم هذا النوع فاننا نوجد السمك المطلق لوحدة طبقيّة - مثل حجر الرمل - في كل بئر ومن ثم نرسم خطوط الكنتور التي توصل النقاط ذات السمك الواحد لحجر الرمل وفي هذا يتضح أن خارطة سماكة الوحدة السحنية (Isolith Map) تمثل خارطة سماكة حجر الرمل وايضا تمثل خارطة سحنية لحجر الرمل. أي أنها مزدوجة من نوعين من الخرائط الطبقيّة.

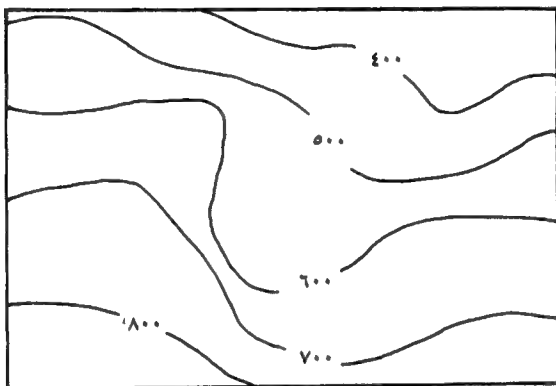
### خارطة النسبة Ratio Map

خارطة النسبة هي الخارطة التي تبين نسبة سمك نوع معين من الصخور الى سمك نوع آخر من الصخور، ويستنتج سمك كل نوع من الصخور من القياسات البئرية في المنطقة. مثل حساب رسم خارطة توضح نسبة سمك حجر

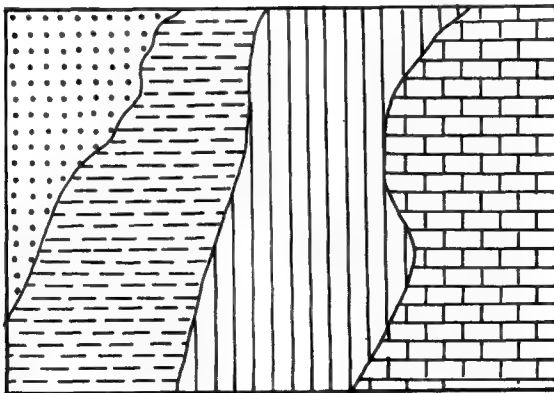


شكل (١١-١٢) خارطة كتورية تركيبيّة للسطح السفلي للطبقة (X)

Structural Contour Map



شكل (١١-١٢) خارطة سماكة للطبقة (x) Isopach Map



شكل (١١-١٢) خارطة السحنات للطبقة (x) Facies Map

الرمال الى سمك حجر الطفل أو مثل خارطة اخرى توضح نسبة سمك الدولومايت الى حجر سمك حجر الجير.

ويوضح هذا النوع من الخرائط نسبة حجر الرمل إلى حجر الطفل في المنطقة وتبين توزيع الصخور الفتاتية المختلفة. وايضا يمكن ان نستنتج نسبة حجر الجير إلى الدولومايت في المنطقة شكل (١١-١٣).

### خارطة الجغرافية القديمة Paleogeographic Map

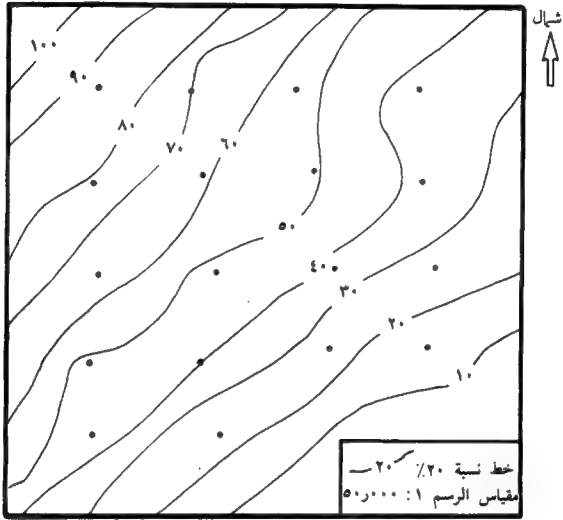
خارطة الجغرافية القديمة تسمى أيضا خارطة الجيولوجيا القديمة، وهي تعطي معلومات عن العلاقة الهندسية بين الوحدة الطبقيّة والكتل الصخرية التي تكون تحتها وفوقها بواسطة هذا النوع من الخرائط، حيث يمكن دراسة توزيع التكوينات الصخرية التي تقع تحت سطح عدم التوافق. فمثلا اذا وجدت صخور بحرية النشأة مفصولة عن الصخور الإقدم عنها بسطح عدم توافق فإنه يمكننا رسم خارطة الجيولوجية القديمة للمنطقة التي توضح التكوينات التي كانت ظاهرة على السطح عندما كانت بحار عصر ذلك الصخر البحري مغطية لسطح التعرية.

ولرسم الخارطة الجغرافية فاننا نحتاج الى معلومات عن الوحدة الطبقيّة التي ترسبت فوق سطح عدم التوافق كما يجب معرفة الفترة الزمنية التي ترسبت فيها هذه الصخور ومن ثم تثبت المعلومات التي تحدد عمر الصخور في كل بئر وتحديد الحدود الطبقيّة بين التكوينات الصخرية المختلفة وبهذا نكون قد رسمنا خارطة الجغرافية القديمة التي تبين توزيع وتركيب الصخور تحت السطح.

وتقع أهمية خارطة الجيولوجية القديمة أو الجغرافية القديمة في استخدامها، للبحث عن النفط والغاز لأنها تبين أعمار ونوعية وتوزيع الصخور التي ترسبت تحت سطح عدم التوافق شكل (١١-١٤).

### خارطة السحن الحياتية Biofacies Map

خارطة السحن الحياتية هي الخارطة التي توضح توزيع الأحافير تحت سطح الأرض وترسم بثبيت نوع كل احفورة في كل بئر وتحديد العمق الذي وجدت فيه ومن ثم نرسم خطوط الكتور التي توصل النقاط ذات الاجناس الواحدة.



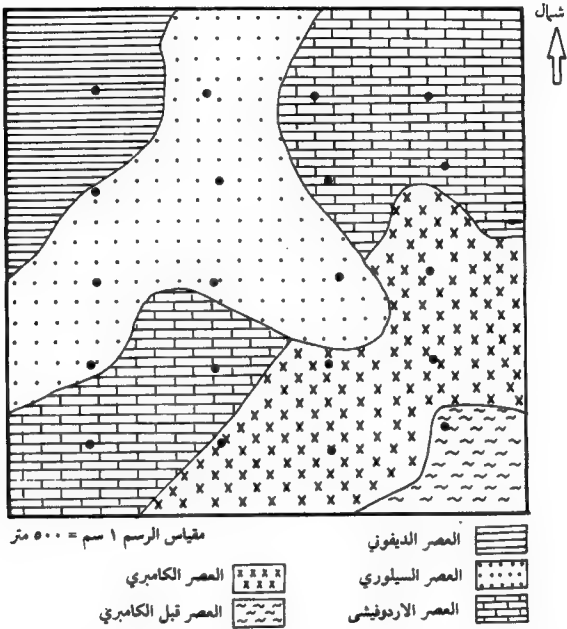
شكل (١١ - ١٣) خارطة النسبة المئوية RATIO MAP

وهذا النوع من الخرائط الطبقة يستفاد منه في تحديد البعثات القديمة في المنطقة وعادة مانستعمل خارطة السحن الحياتية مع خارطة السحن الصخرية. شكل (١١-١٥).

## تانيا: الخرائط الجيوفيزيائية Geophysical Maps

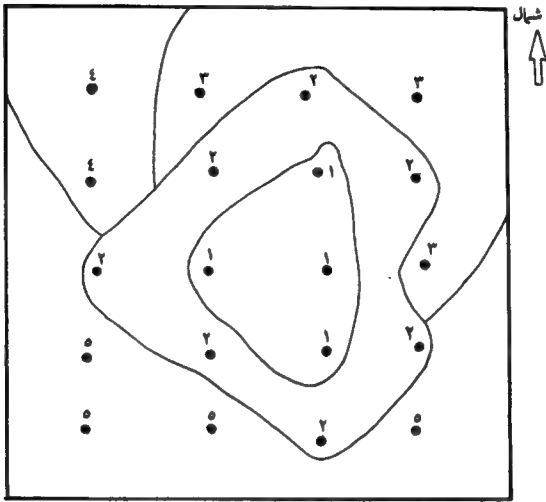
### مقدمة INTRODUCTION

تستخدم الأجهزة الجيوفيزيائية لدراسة الأرض عن طرق قياسات فيزيائية على سطح الأرض تعطى معلومات عن التركيب أو التكوين الخاص بالصخور أو المعادن أو البترول الموجود تحت سطح الأرض. وبمعنى أوسع فأن الدراسات



شكل (١١-١٤) خارطة الجيولوجيا القديمة PALEO GEOGRAPHIC MAP

الجيوفيزيائية توفر لنا الوسائل التي يمكن بواسطتها دراسة تكوين وتركيب باطن الأرض. ومعظم المعلومات التي لدينا عن نشأة وخواص القشرة الأرضية وغلاف الأرض وباطن الأرض تم تحديدها بواسطة القياسات الجيوفيزيائية مثل الموجات السيزمية الناتجة من الزلازل وقياسات الجاذبية والمغناطيسية والحرارية. هذه القياسات الناتجة من قياس الخواص الطبيعية للأرض يمكن استعمالها لرسم خرائط جيوفيزيائية تعكس تكوين وتركيب باطن الأرض ومن أهم الخرائط الجيوفيزيائية :



حفرية رقم

١ الامونيات

٢ ترايلوبيت

٣ زئابق البحر

٤ جرابتولايت

٥ الاسفنجيات

شكل (١١ - ١٥) خارطة السحن الحياتية BIOFACIES MAP

## ١) خارطة الجاذبية Gravity Map

بعد عمل التصحيحات المناسبة للقياسات يمكن عرض المعلومات بواسطة رسم خارطة الجاذبية وذلك بتوصيل النقاط التي لها قوة شذ الجاذبية (Gravity anomaly) المتساوى. وتعكس التغيرات في قيم خطوط خارطة الجاذبية الاختلافات الجاذبية في كثافة (Gravity anomaly) المواد الارضية تحت السطح ولكل نوع من الصخور مدى مميز من الكثافة كما يمكن أن تعكس قوة شذ

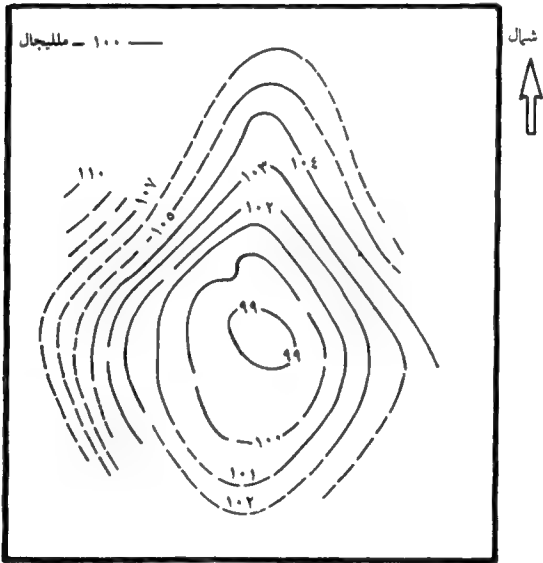


الجاذبية التراكيب الجيولوجية مثل: قبة ملحية، قاطع نارى (جدة رأسية)،  
الفوالق أو الصدوع.

تستخدم خارطة الجاذبية في الاستكشاف البترولي والاستكشاف المعدني.

مثال: شكل (١١ - ١٦):

خارطة جاذبية فوق قبة ملحية مستدل عليها بواسطة قوة شذ الجاذبية  
السالبة (٩ مللجال) والقطاع اسفل الخارطة يوضح اسفل الشكل الطبوغرافي  
المفروض للقبة الملحية.



شكل (١٦ - ١١) خارطة جاذبية فوق قبة ملحية GRAVITY MAP ON SALT DOME

مشال: (شكل ١١ - ١٧) :

الشكل يوضح خارطة جاذبية لمنطقة السبلوقة بالسودان. تعكس الخارطة نوع الصخور وتركيبها البنائي تحت السطح ويستدل على وجود صدع. في المنطقة وذلك من تقارب خطوط كتور شذ الجاذبية ويمتد الصدع من الشرق إلى الغرب كما يمثل الصدع سطح عدم توافق بين صخور حجر الرمل والصخور المتحولة القديمة. في المناطق التي توجد تحتها صخور متحولة قديمة نجد أن قيم خطوط كتور شذ الجاذبية قيمتها تقريبا صفر مللجال واقل قيم تعكس امتداد او حجر الرمل وهي بين (١-) إلى (٧-) مللجال.

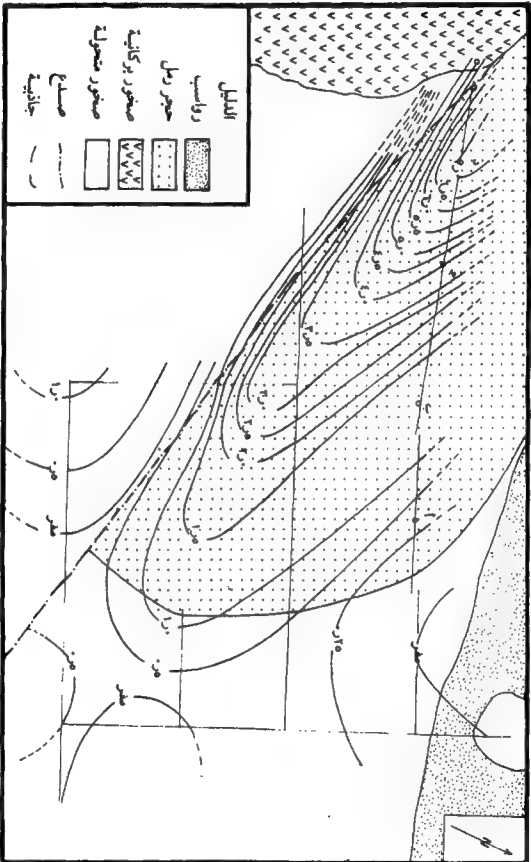
## ٢ - خارطة المغناطيسية Magnetic Map

ترسم خارطة المغناطيسية باستعمال قياسات الشدة المغناطيسية المقاسة على السطح (صفر) ويستفاد من الخرائط المغناطيسية للبحث عن البترول عن طريق تعيين عمق صخور القاعدة وبالتالي تعيين وتحديد نطاق الاحواض الرسوبية. كما يستعمل هذا النوع من الخرائط لاستكشاف المعادن الممغنطة. الطريقة المغناطيسية مثل الجاذبية لانها تعتمد على قياسات الشذات المغناطيسية الناتجة بواسطة التغيرات في الخواص الفيزيائية للصخور تحت السطح.

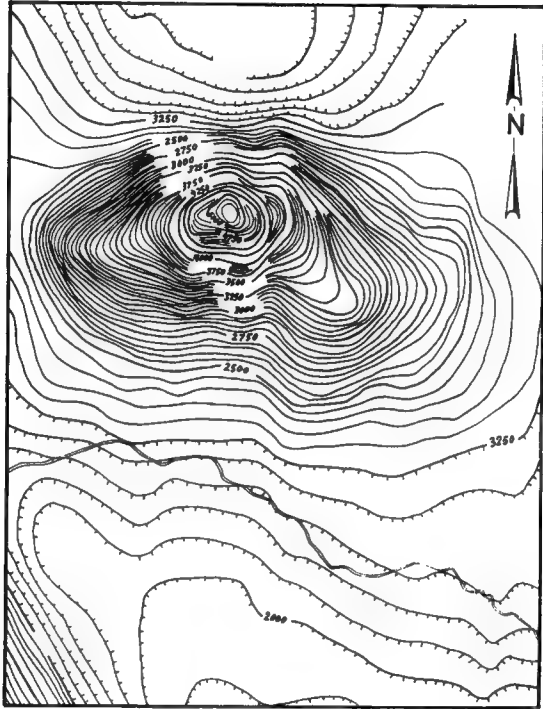
تحتوي خارطة المغناطيسية على خطوط كتورية توصل النقاط لها قوة شذ مغناطيسي متساو ويكون الفاصل الكتوري ثابت على الخارطة. الخطوط الكتورية المغناطيسية وقوة الشدة المغناطيسية على الخارطة تساعد في تحديد الطبيعية الجيولوجية الاساسية للمصدر المدفون. فاذا كانت خطوط الكتور المغناطيسية دائرة فان الجسم يكون على شكل قبة بركانية واما اذا كانت الخطوط الكتورية المغناطيسية مغلقة ومستطيلة فان المصدر قد يكون حائراً صخرياً واذا كانت المنطقة مستطيلة وممتدة فان المصدر قد يكون صدع.

مشال: (شكل ١١ - ١٨)

يوضح خارطة مغناطيسية لمنطقة تحتوي على خام الحديد والشكل يوضح خطوط الكتور المغناطيسية المقاسة في المنطقة التي تعكس وجود خام الحديد على عمق ١٢٥٠ قدم والقراءة ٣٢٠٠ جاما المبنية على الخارطة ناتجة من وجود هذا



GRAVITY MAP خارطة جاذبية شكل (١٧-١١)



صفر ١ ٢ كيلومتر

شكل (١٨-١١) خارطة مغناطيسية لمنطقة تحتوي على خام الحديد

MAGNETIC MAP FOR IRON ORE AREA

الخام والذي يقدر عرضه بحوالي ٣٠٠٠ قدم ويقدر الانتاج بحوالي ٢ مليون طن في السنة.

## **الباب الثاني عشر**

---

# **القطاعات الطبقيّة والمضاهاة** **STRATIGRAPHIC SECTIONS AND CORRELATION**



## الباب الثاني عشر القطاعات الطبقيّة والمضاهاة

### Stratigraphic Sections and Correlation

#### أولا : القطاعات الطبقيّة Stratigraphic Sections

##### مقدمة INTRODUCTION

القطاعات الطبقيّة المقاسة جيّدا والموصوفة بدقّة هي ركيزة أساسية في تفهم ودراسة الطبقات المكشوفة والطبقات التحت سطحية. اننا نستنتج من قياس القطاعات الطبقيّة المعلومات المختلفة عن التركيب الصخري ونوع الصخر وسمك وتتابع الطبقات ونوع المتحجرات ان وجدت . . . وما الى ذلك من معلومات تعتبر الركيزة الاساسية للدراسة التطبيقية في علم الرسوبيات. كما يمكن الاستفادة من هذه المعلومات في القيام بعملية المضاهاة بين الطبقات.

##### وصف القطاعات الطبقيّة : Descriptions of Stratigraphic sections

عند دراسة عينات الصخور سواء كانت لمنكشقات طبقية أو لعينات مأخوذة من آبار حفر لطبقات تحت سطحية فيستلزم ذلك جمع أكبر قدر من المعلومات التي يمكن قياسها أو وصفها. كما يجب أن يكون الهدف هو قياس سماكة الوحدة الطبقيّة الصخرية وتحديد اسمها ثم بعد ذلك تقسم هذه الوحدة حسب نوع صخورها أو اختلاف ألوانها الى طبقات. كما يجب تحديد اسطح الاتصال (Con-tacts) بين الوحدات الصخرية وحتى يستفاد من كل هذه المعلومات الحقلية للقطاعات الطبقيّة علينا الاهتمام بالتالي:

- ١) جمع عينات صخرية غير محجوة وتوضع باكياس مرقمة، وفي حالة حفر الابار يحفظ بعينات الحفر في صندوق خشبي مصمم لذلك.

- (٢) جمع المتحجرات الموجودة في القطاع ويحدد مواقعها وتسجل أرقامها.
- (٣) قياس سماكة الطبقات بالمتر.
- (٤) وصف العينات الصخرية مع التركيز على كل من اللون والمعادن المكونة وحجم الحبيبات واستدارتها وتصنيفها ودرجة تماسكها وتأثرها بالتجوية وتحديد نوعية المادة اللاصقة إن وجدت وتعريف البنيات الرسوبية المصاحبة.

### طرق رسم القطاعات الطبقيّة

#### Representation of stratigraphic sections








توجد عدة طرق لرسم القطاعات الطبقيّة أهمها مايلي :

- (١) القطاع الجيولوجي العرضي Geological cross section  
هو القطاع الذي يوضح العلاقة الأفقية والعمودية للطبقات أو الوحدات الصخرية الطبقيّة.
- (٢) القطاع الطبقي العمودي Columnar section  
وهو من أهم القطاعات الطبقيّة، ونستفيد من رسمه من كل المعلومات التي جمعت بواسطة وصف القطاعات الطبقيّة. ان اختيار المقياس المناسب لرسم القطاع العمودي مهم جدا لأنه يوضح المعلومات عن الوحدات الصخرية الصغيرة وذلك بتحديد رموز مختارة. ان بعض هذه الرموز عالمية وبعضها محلية المفهوم. ان المعلومات التي توضح على القطاع العمودي تعتمد على نوع الدراسة المطلوبة ويوضح الشكل (١-١٢) مثالا لطريقة رسم القطاع الطبقي العمودي.

#### (٣) الرسم السياجي Fence diagram

يشير ذلك إلى القطاع الطبقي السياجي، وهو عبارة عن عدة قطاعات عمودية وأفقية حيث يظهر فيه مقياس الرسم العمودي لايتفق مع مقياس الرسم الأفقي كما هو الوضع في حالة القطاع الطبقي العمودي. يستخدم القطاع الطبقي السياجي لتوضيح العلاقات الأفقية والعمودية في أكثر من اتجاه، مكونة صورة مجسمة لتكون أو متكونات صخرية في المنطقة ذات العلاقة. ويهدف ذلك الى استنتاج التوزيع الطبقي لهذه الوحدات الصخرية وإظهار الحركات الأرضية والاحواض الترسيبية السائدة في هذه المنطقة المعنية بالدراسة، وحتى يمكن



مقياس الرسم	السمك (متر)	وصف التركيب الصخري	المقطع	حجم الحبيبات خ م ن	الأحافير	الوحدات الطبقة
١٠٠ ٩٥ ٩٠	١٥	حجر رمل، أبيض، متوسط الحبيبات، جيد التصنيف المادة اللاصقة كلسية. به تطبق متقاطع				أ
٨٥ ٨٠ ٧٥	٢٠	حجر جبر، أصفر، دقيق التبلور، متناكب به حاسن وروبدا			☉ ☉	ب
٧٠ ٦٥ ٦٠ ٥٥	١٨	حجر طين، أصفر، دقيق الحبيبات، هش، متطبق به أصداف، المادة اللاصقة كلسية			☾	ج
٥٠ ٤٥ ٤٠ ٣٥	١٨	رواهص (كونجلوميرات)، حصى سيلسي وكلسي، رديء التصنيف، المادة اللاصقة طينية وحديدية				د
٣٠ ٢٥ ٢٠	١٧	حجر رمل، أبيض، متوسط الحبيبات، جيد التصنيف، المادة اللاصقة كلسية، به تطبق متقاطع.				هـ
١٥ ١٠	٧	حجر طين، أصفر، دقيق الحبيبات هش، متطبق، به أصداف المادة اللاصقة كلسية.			☾	و
٥ صفر	١٠	حجر جبر، أصفر، دقيق التبلور، متناكب، به جاسن وروبدا.			☉ ☉	ع

شكل (١٢ - ١) يوضح إحدى طرق رسم القطاع الطبقي العمودي

STRATIGRAPHIC COLUMNAR SECTION

ربطة بالمناطق المجاورة لها وايضاح العلاقة الجيولوجية الاقليمية بشكل عام شكل (١٢-٢).

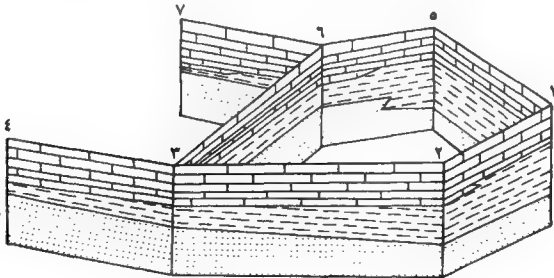
### ثانياً : المضاهاة Correlation

#### مقدمة INTRODUCTION

المضاهاة هي عملية ايضاح المقارنة الطبقة لتتابع الطبقات الصخرية في المتكون الواحد في منطقة ما أو مناطق مختلفة . وتعتبر المضاهاة من التطبيقات الهامة في علم الطبقات حيث بواسطة المضاهاة يمكن تكوين صورة جيولوجية شاملة للمنطقة المعنية بالدراسة وذلك بتحديد الوحدات الصخرية في التتابع الطبقي المكافئة لوحداث صخرية اخرى في تتابع اخر في منطقة معينة أو بين منطقة واخرى في اقليم جيولوجي واحد أو بين اقليم جيولوجية متشابهة (شكل (١٢-٣).

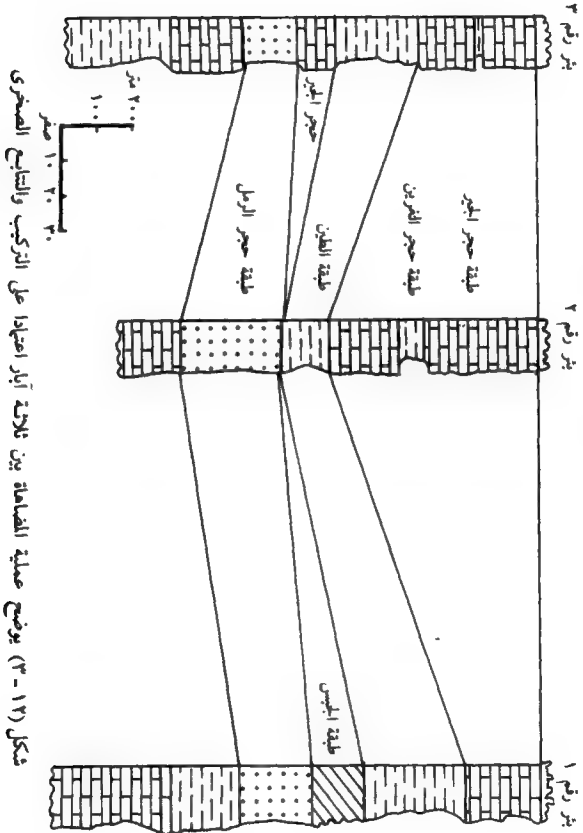
#### استخدامات المضاهاة Uses of Correlation

يمكن عمل المضاهاة بين منكشفات طبقية أو بين طبقات صخرية تحت سطح الأرض وفي كلا الحالتين نستفيد من المضاهاة في الآتي:-  
(١) تكوين فكرة عن اتصال أو استمرارية الوحدات الطبقة.



شكل (١٢-٢) يوضح طريقة رسم القطاع الطبقي السياجي

STRATIGRAPHIC FENCE SECTION



شكل (١٢ - ٣) يوضح عملية المضاهاة بين ثلاثة آبار اعتمادا على التركيب والتتابع الصخري

- ٢) الحصول على التابع الطبقي الكامل والنموذجي للمنطقة.
- ٣) تعيين أي تغيرات في خصائص الوحدات الطباقية.
- ٤) رسم التغير في الاطار التشكيلي لعملية الترسيب.
- ٥) تحديد التغيرات في البيئة القديمة.
- ٦) تصور التاريخ البنائي والترسيبي للمنطقة.
- ٧) تحديد مناطق التنقيب عن النفط أو الغاز أو الماء.

### طرق عملية المضاهاة Correlation Methods

توجد عدة طرق لعملية مضاهاة الطبقات السطحية أو تحت سطحية وهي كما يلي:

#### ١) المضاهاة الصخرية Lithologic correlation

تتم دراسة طبيعة الطبقات الصخرية وتحديد نوعها وخصائصها وتوزيعها بواسطة عمل مقاطعات عرضية في حالة الطبقات المكشوفة أو دراسة العينات البثرية في حالة الطبقات تحت سطحية. وتستعمل المضاهاة الصخرية في حالة المضاهاة المحلية. وعند القيام بالمضاهاة الصخرية يتم التركيز على الحالات الآتية:

#### أ - تتابع الاستمرار الجانبي للاسطح Lateral continuity

ويتم ذلك بتتبع الاسطح الفاصلة بين الوحدات الصخرية واستمرارها بين الابار أو المنكشفات لتحديد اسطح عدم التوافق اعتقادا فقط على تحديد الاسطح الفاصلة Contacts بين الوحدات الصخرية.

#### ب - المضاهاة بالاحياء القديمة Paleontologic correlation

تعتمد هذه الطريقة في المضاهاة على وجود احافير دالة في الوحدات الصخرية وتستخدم هذه الطريقة في المضاهاة المحلية بدلا من السحنات الصخرية.

#### ج - المضاهاة بحساب الزمن الجيولوجي Geochronologic correlation

تحدد الاعمار المطلقة للوحدات الصخرية باستخدام طريقة البوتاسيوم - أرجون K-Ar أو طريقة سترنشيوم - روبديوم Sr-Rb أو بطريقة يورانيوم - رصاص

U-Pb أو طريقة كربون ١٤ (ك ١٤ - C-14).. وبعد تحديد اعمار الوحدات الصخرية في كل بئر يمكن مضاهاة الآبار بتوصيل الوحدات ذات الاعمار المتساوية.

## ٢) المطابقة الصخرية Lithologic identity

وهي دراسة خصائص الوحدة الطبقة والاستفادة من هذه الخصائص في عملية المضاهاة ومن هذه الخصائص:

- أ - السحنة الصخرية للوحدة.
- ب - المعادن المكونة للسحنة والنسيج والتكور واستدارة الحبيبات.
- ج - نسب بعض المعادن المكونة للسحنة الصخرية للوحدة.

## ٣ - العلاقات الجيوكيميائية Geochemical Relations

دراسة عناصر المعادن المكونة للوحدات الصخرية وتحديد نسبها ومكان تواجدها ومصدرها وعلاقتها ببعضها ومن ثم اجراء المضاهاة.

## ٤) العلاقات البنائية الاولى Primarily Structural Relations

تحديد المعالم البنائية الرسوبية في الطبقة مثل التطبق المتقاطع Cross-bedding والترقق Lamination والاتوافق Unconformities... الخ. ويمكن الاعتماد على هذه المعالم في عملية المضاهاة.

## ٥) التابع الطبقي Stratigraphic Sequence

اذا وجدنا أن هنالك ترتيب للوحدات الصخرية في كل بئر فيمكننا الاعتماد على هذا التابع في عملية المضاهاة حتى ولو اختلفت السحنة الصخرية لتلك الوحدة من مكان لاخر تبعاً لاختلاف حوض الترسيب.

## ٦) العلاقات الجيوفيزيائية Geophysical Relations

تسجيلات الابار الجيوفيزيائية مهمة في حل وإيجاد التصور الكامل للتركيب لبنائي ومعرفة نوع الصخور تحت سطح الأرض. ولقياس التسجيلات الجيو يائية تستخدم عدة طرق اهمها هو التسجيل الكهربائي Electric logging يحتوي سجل الكهربائي على نوعين من التسجيلات الكهربائية هي :

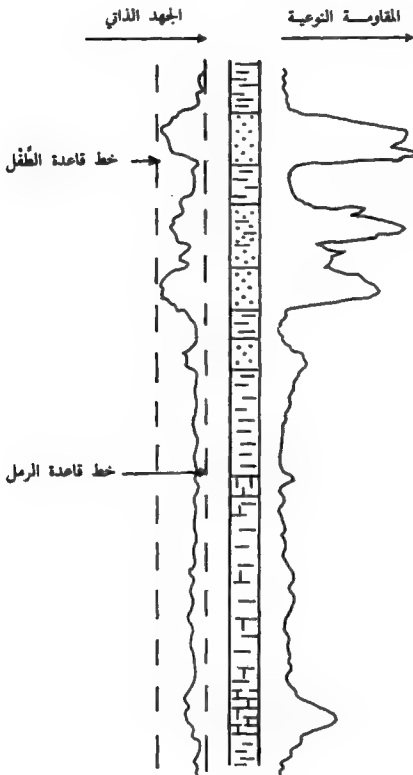
### أ) الجهد الذاتي Spontaneous potential

يتم من هذه الحالة قياس الجهد الكهربائي الناتج من التفاعل الكيميائي الكهربائي الذي يسبب اختلافات في الجهد والذي يؤدي الى سريان التيار في الارض.

تستخدم طريقة قياس الجهد الذاتي لتحديد الطبقات النافذة والطبقات غير النافذة مثل طبقات حجر الرمل وطبقات الطين أو الطفل. ويسجل الجهد الذاتي على الجهة اليسرى من البئر ويكون موجياً إلى اليمين وسالباً إلى اليسار. وعادة ما يحدد خطان على سجل قياس الجهد الذاتي هما خط قاعدة الطين الطفل الذي يمثل اعلى قراءة موجبة، وخط قاعدة الرمل الذي يمثل اقل قراءة سالبة. ويستفاد من هذين الخطين في تحديد طبقات حجر الرمل والطين شكل (١٢-٣).

### ب) المقاومة النوعية Resistivity

تقاس المقاومة النوعية للطبقات تحت السطحية عن طريق امداد تيار كهربائي في الارض وعن طريق قياس المقاومة النوعية للطبقات تحت سطحية يمكننا تحديد الاسطح الفاصلة بين الطبقات شكل (١٢-٤)، وايضا يمكن تحديد نوع السوائل، المحتواه في الطبقات. وكذلك يمكن تحديد نوع مسامية الصخر لأن كمية الموائع الموجودة داخل الصخر تعتمد على المسامية وكلما قلت مسامية الصخر كلما زادت المقاومة النوعية للطبقات ويوضح الشكل (١٢-٥) تسجيلاً كهربائياً نموذجياً. على الجهة اليسرى سجل الجهد الذاتي مقاساً بالميليفولت وتزداد قيمته إلى اليمين وعلى الجهة اليمنى سجل منحني المقاومة النوعية مقاساً بالاهوم متر وتزداد قيمته إلى اليمين أعلى البئر نجد طبقة من الطين أو الطفل لها مقاومة نوعية قليلة وقيمة الجهد الذاتي ايضا قليل القيمة. اما طبقة حجر الرمل مقاومتها النوعية عالية وجهدها الذاتي قيمته عالية. اما طبقة حجر الجير قيمة مقاومته النوعية عالية وقيمة الجهد الذاتي قليلة. اما صخور البخر مثل الانهيدرايت والجبس والملح تبدو قياساتها ذات مقاومة نوعية عالية جدا والجهد الذاتي يكون ذات قراءة بسيطة. ان هذا التفسير مبسط جدا مع افتراض عدم وجود موائع داخل مسامية الطبقات. واذا وجدنا طبقة من



شكل (١٢ - ٤) تسجيلات كهربائية لبئر تين المقاومة النوعية والجهد الذاتي ومنها  
أمكن التعرف على الطبقات الصخرية وحدودها في البئر .

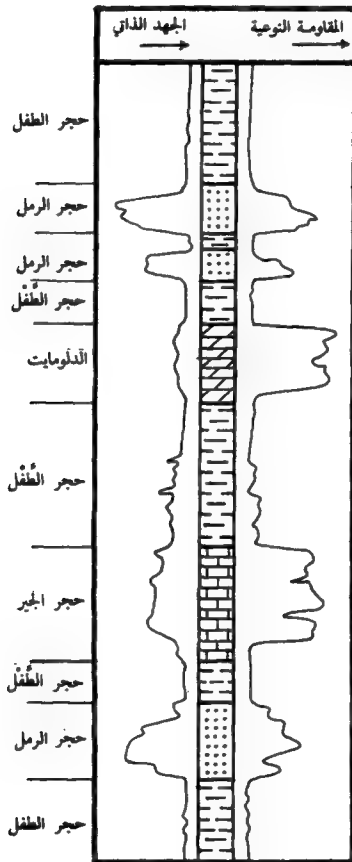
الرمل على اعماق مختلفة ولكن كل طبقة تحتوي على موائع معينة فان ذلك يؤثر على قيمة المقاومة النوعية. شكل (٦-١٢ أ).

#### جـ ( الجاما والنيوترون Gamma & Neutron

تستخدم طريقة جاما بإرسال اشعة جاما الى الطبقات وقياس نسبة امتصاص الطبقات لاشعة جاما - ويعكس ذلك كثافة الطبقات. وتقل قيمة جاما على السجل كلما زادت الكثافة وبالتالي تزداد قيمة جاما كلما قلت الكثافة. ولهذا يستفاد من سجل جاما في حساب كثافة الطبقات شكل (٦-١٢ ب).

تستخدم اشعة نيوترون لحساب كمية الهيدروجين الموجود في الطبقات أو كمية الهيدروجين الموجود في السوائل والغازات التي تملأ مسامية الطبقات. ولهذا يستفاد من سجل نيوترون في حساب مسامية الطبقات. وتزداد قيمة النيوترون كلما كانت مسامية الطبقة كبيرة وتقل قيمة النيوترون كلما قلت المسامية شكل (٦-١٢ أ).





شكل (١٢-٥) يوضح سجل المقاومة النوعية للطبقات المختلفة







## **ثبت المصطلحات**

**أولا : عربي - انجليزي «الف باني»**

**ثانيا : انجليزي - عربي «هجائي»**



## نبت المصطلحات

أولا : ترتيب عربي - انجليزي (ألف بائي)

### أ

Apatite	أباتايت
Eon	أبد
Cryptozoic Eon	أبد الحياة الخافية
Azoic Eon	أبد اللا حياة
Epsomite	أيسومايت
Tracks	آثار الاقدام
Laccoliths	أجسام نارية قبية
Monomineralic	أحادى أو وحيد المعدن
Trace fossils	أحافير الاثر
Chemical fossils	أحافير كيميائية
Limestones	أحجار الجير
Sandstones	أحجار الرمل
Submature Sandstones	أحجار رمل شبه ناضجة
Immature Sandstones	أحجار رمل شبه غير ناضجة

Mature Sandstones	أحجار رمل ناضجة
Claystones	أحجار الطين
Siltstones	أحجار الغرين
Bands	أحزمة
Fossil	أحفورة
Leaf fossil	أحفورة ورقة نبات
Geosynclinal troughs	أحواض عملاقة
Ridges	أَحْبِذ ( أظهر )
Slates	اردواز
Earthy	أرضي ، ترابي
Groundmass	أرضية
Arkose	أركوز
Azurite	أزورايت
Asbestos	اسبستس
Replacement	استبدال
Lateral Continuity	استمرار جانبي
Down Stream	أسفل النهر
Spongy	اسفنجي
Scoria	اسكوريا
Hemichordata	أشباه الحبليات
Classes	أصناف ، فصائل ، رتب
Recrystallization	أعادة التبلور



Aphanitic	أفانيتي (دقيق الحبيبات)
Oxides	أكاسيد
Albite	ألبايت
Amphibole	أمفيبول
Ammonoids	أمونيات
Textures of Metamorphic Rocks	أنسجة الصخور المتحولة
Anthracite	أنثراسايت
Andesite	أنديزايت
Andesite Porphyry	أنديزايت بودفيري
Landslides	انزلاقات أرضية
Burrows	أنفاق
Horizontal Burrows	أنفاق أفقية
Vertical Burrows	أنفاق رأسية
Cleavage	انفصام
Slaty Cleavage	انفصام اردوازي
Anhydrite	أنهيدرايت
Anorthite	أنورثايت
Age	أوان
Obsidian	أويسيديان
Augite	أوجايت
Orthoclase	أورثوكليز
Ordovician	أوردوفيشي
Protista (Protozoa)	أوليات
Oligocene	أوليغوسين
Olivine	أوليفين
Epidote	ايبيدوت
Eocene	ايوسين

# ب

Basalt	بازلت
Basalt Porphyry	بازلت بورفيرى
Vesicular Basalt	بازلت فقاعي مسامى
Palaeogene	بالوجين
Lakes	بحيرات
Blastoidea	برعميات فصيلة
Blastoids	برعميات
Lagoons	برك شاطئية
Amphibians	برمائيات
Permian	برمى
Peridotite	بريدوناييت
Luster	بريق
Metallic Luster	بريق فلزى
Nonmetallic Luster	بريق لافلزى
Gastropoda	بطنقدمات فصيلة
Gastropodes	بطنقدمات
Coprolites	بقايا اخراجية متحجرة
Plagioclase	بلاجيوكليس
Pleistocene	بلايستوسين
Pliocene	بلايوسين
Crystals	بلورات
Sedimentary Structures	بنيات رسوبية
Crystalline Structure	بنية بلورية
Concentric Structure	بنية دوائر مركزية
Laminated	بنية رسوبية مترققة

Radial Structures	بنية شعاعية
Tectonic Structures	بنيات تكتونية
Biotite	بيوتايت
Pyroxenite	بيروكسينات
Pyroxene	بيروكسين
Pyrite	بيراييت
Beaches Environment	بيئة الشواطئ
Pumice	بومس (حجر الخفاف)
Bauxite	بوكسايت
Porphyritic	بورفيرى (مرقط)

## ت

Cooling History	تاريخ التبريد
Fossilization	تأحفر
Aggregates	تجمعات
Chemical Weathering	تجوية كيميائية
Mechanical Weathering	تجوية ميكانيكية
Metamorphism	تحول
Regional Metamorphism	تحول اقليمي
Contact Metamorphism	تحول تماسي
Metasomatism	تحول كيميائي
Cross Lamination	ترقق متقاطع
Triassic	ترياسي أو العصر الثالث
Terebratula	ترايبراتولا (جنس)
Faulting	تصدع
Fissility	تصفح أو تورق
Well Sorting	تصنيف جيد

Stratification	تطبق
Relic Bedding	تطبق متبقى
Bed Lamination	تطبق مترقق
Cross bedding	تطبق متقاطع
Coalification	تفحم
Carbonization	تكرين
Hills	تلال
Talc	تلك
Symmetry	تمائل
Bilateral Symmetry	تماثل ثنائي جانبي
Radial Symmetry	تماثل شعاعي
Permineralization	تمعدن
Topaz	توباز
Foliation	تورق
Tuff	توف (طفة)
Volcanic Tuff	توف (طفة) بركانية

## ث

Mammals	ثدييات
Tertiary	ثلاثي
Trilobita (Class)	ثلاثية الفصوص (فصيلة)
Trilobites	ثلاثية الفصوص
Bivalvia (Class)	ثنائية المصراع (فصيلة)
Bivalves	ثنائية المصراع
Folding	ثني أو طي

## ج

Gabbro	جابرو
Garnet	جارنت

Jasper	جاسبر
Galena	جالينا
Gama and Neutron	جاما ونيutron
Limb	جانب (طرف) الطية
Mountains	جبال
Gypsum	جبس
Trails	جُرُات
Graphite	جرافايت
Granite	جرانت
Porphyritic granite	جرانت بورفيرى
Grit	جُرُت (حرش)
Cliff	جرف
Greywacke	جرىواكى
Particles	جسيمات
Glossepteris (Genus)	جلوسبترس (جنس)
Genus	جنس
Spontaneous Potential	جهد ذاتى
Geothite	جوتايث
Jurassic	جوراوى أو (جوراسى)
Coelenterata (Phylum)	جوفمعمويات (شعبة)

## ح

Foot Wall	حائط قدم
Hanging Wall	حائط معلق
Recent	حديث
Fossiliferous limestone	حجر جير أحفوري
Microcrystalline limestone "Micrite"	حجر جير دقيق التبلور

Oolitic Limestone	حجر جبر سرئي
Algal limestone	حجر جبر طحلي
Skeletal limestone	حجر جبر هيكل
Crystalline Limestone "Saprite"	حجر جبر متبلور
Dolostone	حجر دلومايت
Silty Sandstone	حجر رمل غريني
Dirty Sandstone	حجر رمل غير نظيف
Clean (Quartz) Sandstone	حجر رمل الكوارتز النظيف
Soapstone	حجر الصابون
Mudstone	حجر وحل
Size	حجم
Glaciation	حركة الثلجات أو المثلاجات
Mass movement	حركة الكتلة
Silky	حريرى
Bryozoa (Phylum)	حزازيات (شعبة)
Bryozoans	حزازيات
Cast	حشوة
Pebble	حصى صغير
Cobble	حصى كبير
Gastrolites	حصى مهضوم
Granules	حصىات
Era	حقب
Proterozoic Era	حقب الحياة البدائية - حقب بدائي
Cenozoic Era	حقب الحياة الحديثة
Archeozoic	حقب الحياة العتيقة
Archean Era	حقب الاركمي - حقب الحياة العتيقة
Palaeozoic Era	حقب الحياة القديمة
Mesozoic Era	حقب الحياة المتوسطة

Pre-Cambrian Era	حقب ما قبل الكامبري
Acidic	حمضي
Proterozoic	حياة بدائية - البدائي
Epoch	حين

## خ

Peat	خث
Paleotectonic Map	خارطة تكتونية قديمة
Gravity Map	خارطة جاذبية
Paleogeographic Map	خارطة جغرافية قديمة
Biofacies Map	خارطة سحن حياتية
Facies Map	خارطة سحنة
Isopach Map	خارطة سماكة
Isolith Map	خارطة سماكة الوحدة السحنية
Strucural contour Map	خارطة كتتورية بنائية
Magnetic Map	خارطة مغناطيسية
Ratio Map	خارطة نسبة
Geophysical Maps	خارطة جيوفيزيائية
Geologic Maps	خرائط جيولوجية
Facies Maps	خرائط سحنات
Isopach Maps	خرائط سماكة
Stratigraphic Maps	خرائط طبقية
Topographic Maps	خرائط طبوغرافية
Contour Maps	خرائط كتتورية
Fossil wood	خشب متأخر
Petrified wood	خشب متحجر
Strike line	خط امتداد أو خط المضرب

Strike	خط الامتداد او الاتجاه أو المضرب
Longitude	خط الطول
Latitude	خط العرض
Contour Lines	خطوط كتور
Graptolithina (Class)	خطيات (فصيلة)
Graptolites	خطيات
Physical Properties	خواص طبيعية

## د

Circular	دائري
Diorite	دايورايت
Melting Point	درجة الانصهار
Microcrystalline	دقيقة التبلور
Deltas	دلتاوات (دلت) أو (دلتات)
Dolomite	دلومايت
Legend (= Key)	دليل الخارطة
Dunite	دوناييت
Diatomite	دياتوماييت
Devonian	ديفوني
Dinosaurs	ديناصورات

## ر

Odour	رائحة
Matrix	راسب أرضية
Cephalopoda (Class)	رأسقدميات (فصيلة)
Cephalopods	رأسقدميات



Arkosic breccia	راهص أركوزي
Quaternary	رباعي
Tetrahedron	رباعي الوجة
Marble	رخام
Moliusca = Molluska (Phylum)	رخويات (شعبة)
Fence diagram	رسم سياجي
Sand	رمل
Quartz Sandstone	رمل الكوارتز
Orthoquartzite	رمل الكوارتزيت أو رمل نقي
Downthrown	رمية الصدع السفلي
Upthrown	رمية الصدع العليا
Symbols	رموز
Turbidites	رواسب العكر أو عكارات
Alluvium	رواسب نهريّة
Breccia	راهص
Collapse breccia	راهص انهياريّة
Volcanic Breccia	راهص بركانيّة
Rhynconella	رينكونيلا
Rhyolite	ريولايت
Rhyolite Porphyry	ريولايت بورفيرى
Porphyritic Rhyolite	ريولايت بورفيرى

## ز

Angle of dip	زاوية الميل
Volcanic Glass	زجاج بركاني
Glassy	زجاجي
Vitreous	زجاجي

Tar	زفت
Gravels	زلط
Crinoidea (Class)	زنبقيات (فصيلة)
Crinoids	زنبقيات
Anthozoa	زهريات
Reptiles	زواحف
Scaphopoda	زورقيات القدم

## س

Crinoid Stem	ساق زنبقيات
Belemnites	سجاريات
Abrasion	سحج أو بري
Flysch facies	سحن الفلش
Oolites	سرثيات
Serpentine	سربنتنايت
Saddle	سرج
Datum	سطح قياسي
Contact	سطح اتصال
Extrusive or Volcanic	سطحي أو بركاني
Sphalerite	سفاليرايت
Silicates	سليكات
Cyclosilicates	سليكات حلقيية
Inosilicates	سليكات سلسلية
Phyllosilicates	سليكات صفائحية
Tectosilicates	سليكات هيكلية
Sorosilicates	سليكات متجمعة
Nesosilicates	سليكات منعزلة

True thickness	سمك حقيقي
Apparent thickness	سمك ظاهري
Plain	سهل
Flood plains	سهول فيضية
Sigillaria (Genus)	سيجيلاريا (جنس)
Sideromelane	سيدروميلان
Silurian	سيلورى (عصر)

## ش

Beach	شاطيء
Gravity anomaly	شذو جاذبية
Splintery	شظوى
Phyllum	شعبة
Shape	شكل
Cylinder-Shaped	شكل الاسطوانة
Rsebud-Shaped	شكل البرعم
Cigar-Shaped	شكل السيجار
Horn-Shaped	شكل القرن
Heart-Shaped	شكل القلب
Cup-Shaped	شكل الكأس
Ball-Shaped	شكل الكرة
Cone-Shaped	شكل المخروط
Echinodermata (Phylum)	شكل الجلد (شعبة)
North	شمال
True North	شمال حقيقي
Magnetic North	شمال مغناطيسي
Schist	شيبست

Biotite Schist	شبيست البيوتايت
Garnet Schist	شبيست الجارنت
Sillimanite Schist	شبيست السلعمنايت
Chlorite Schist	شبيست الكلورايت
Kyanite Schist	شبيست الكيانايت
Muscovite Schist	شبيست المسكوفاييت
Hornblend-Mica Shist	شبيست هورنبلند الميكا

## ص

Rock Gypsum	صخر الجبس
Rock Salt	صخر الملح
Plutonic Rocks	صخور جوفية
Sratified rocks	صخور طبقية
Nonfoliated rocks	صخور غير متورقة
Detrital or Clastic Rocks	صخور فتاتية أو حتاتية
Clastic rocks	صخور فتاتية
Chemical rocks	صخور كيميائية
Biochemical	صخور كيميائية حيوية
Metamorphic Rocks	صخور متحولة
Foliated rocks	صخور متورقة
Country rocks	صخور المكان
Pyroclastic Rocks	صخور نارية فتاتية
Fault	صدع
Strike fault	صدع اتجاهي أو امتدادي
Normal fault	صدع عادي
Reverse fault	صدع معكوس
Hardness	صلابة أو صلادة

Resinous	صمغى
Magma	صهير
Flint	صوان

## ط

Low energy	طاقة منخفضة
Chalk	طباشير
Imprint	طبعة
Layers	طبقات أو أحزمة
Horizontal Strata	طبقات أفقية
Inclined Strata	طبقات مائلة
Bed	طبقة
Taste	طعم أو مذاق
Anticline folds	طيات محدبة
Syncline folds	طيات مقعرة
Monocline folds	طيات وحيدة الميل
Clay	طين
Shale	طين صفحي (طَفْل)
Plunging fold	طية غاطسة
Asymmetrical fold	طية غير متماثلة
Symmetrical fold	طية متماثلة
Syncline fold	طية مقعرة

## ظ

Chert	ظفر أو شيرت
-------	-------------

## ع

Unconformity	عدم توافق
Angular Unconformity	عدم توافق زاوي
Disconformity	عدم توافق متوازي
Local Unconformity	عدم توافق محلي
Unconformable	عديم التوافق
Period	عصر
Ordovician Period	عصر الاوردفشي
Permian Period	عصر البرمي
Pennsylvanian Period	عصر البنسلفاني
Triassic Period	عصر الترياسي أو الثلاثي
Tertiary Period	عصر الثلاثي
Jurassic Period	عصر الجوراسي أو الجوراوي
Devonian Period	عصر الديفوني
Quaternary Period	عصر الرباعي
Silurian Period	عصر السيلوري
Cambrian Period	عصر الكامبري
Carboniferous Period	عصر الكربوني
Cretaceous Period	عصر الكريتاسي أو الكريتاوي
Mississippian Period	عصر المسيسيبي
Brachiopoda (Phylum)	عضديات القدم شعبة
Brachiopods	عضديات القدم
Member	عضو
Nodules	عقد أو عَقِيدَات
Structural Relations	علاقات بنائية
Geophysical Relations	علاقات جيوفيزيائية

Geochemical Relations	علاقات جيوكيميائية
Tool marks	علامات تخطيط
Ripple marks	علامات نيم
Palaeontology	علم الاحافير
Weathering Processes	عمليات التجوية
Sorting Process	عمليات التصنيف
Map elements	عناصر الخارطة
Volcanic neck	عنق بركاني
Titlé	عنوان
Hand specimens	عينات يدوية

## غ

Silt	غرين
Inorganic	غير عضوية
Amorphous	غير متبلور
Uneven	غير مستو

## ف

Contour interval	فاصل (كتورى مسافة كتورية)
Phaneritic	فانيريتى خشن
Pyroclastic (Pyroclasts)	فتات نارى
Coal	فحم
Anthracite Coal	فحم الانثراسايت
Bituminous Coal	فحم بيتوميني
Sorting	فرز أو تصنيف
Class	فصيلة - طائفة

Felsite Porphyry	فلسايت بورفيري
Plagioclase Feldspar	فلسبار بلاجيوكليز
Flourite	فلورايت
Phosphates	فوسفات
Ultrabasic	فوق قاعدية
Fusilina (Genus)	فيوزيلينا (جنس)
Phyllite	فيلايت
Phenocryst	فينوكرست

## ق

Dyke = Dike	قاطع ناربي أو جدة رأسية
Basic	قاعدية
Mold	قالب
Dome	قبة
Near Shore	قرب الساحل
Crustacea	قشريات
Rod-like	قضيبية الشكل
Geological cross Section	قطاع جيولوجي عرضي
Stratigraphic Section	قطاع طبقي
Columnar Section	قطاع طبقي عمودي
Topographic profile	قطاع طبوغرافي
Volcanic Bombs	قنابل بركانية
Echinoidea (Class)	قنافذ (فصيلة)
Echinoids	قنافذ
River channels	قنوات الانهار
Dikes	قواطع نارية أو جدد رأسية



## ك

Calcite	كالسایت
Calcopyrite	كالکوپیرات
Cambrian	کامبري
Kaolinite	کاولينات
Sulfur	کبريت
Sulphates	کبريتات
Sulphides	کبريتيدات
Carbonates	کربونات
Carboniferous	کربوني
Rock fragments	کسر صخرية
Fragmental or Clastic	کسری أوفتاتی
Chlorite	کلورایت
Quartz	کوارتز
Milky Quartz	کوارتز أبيض أو حليبي أو لبني
Rose Quartz	کوارتز زهري
Smoky Quartz	کوارتز مدخن
Quartzite	کوارتزایت
Corundum	کوراندوم
Coquina	کوکينا
Cretaceous	کريتائی أو کريتاسي
Cream	کریمی

## ل

Nonconformity

لاتوافق

Lava	لابة أو اللافا
Lipecoderidron (Genus)	ليبيدودندرون (جنس)
Lignite	لجنائيت
Coiling	لف
Conspiral coiling	لف مخروطي حلزوني
Planispiral coiling	لف في مستوى أفقي
Amygdaloidal	لوزي
Color	لون
Buff	لون برتقالي مصفر
Pearly	لؤلؤي
Limonite	ليمونائيت

## م

Saline water	ماء أجاج
Dipping	ماثل أو مائلة
Marl	مارل
Solid substance	مادة صلبة
Adamantine	ماسي
Malachite	مالاكائيت
Miocene	مايو سين
Vertical exaggeration	مبالغة عمودية
Crystalline	متبلور
Interstratified	متداخلة التطبق
Batholiths	متداخلات ضخمة أو باثوليت
Interlocking	متشابكة ومتداخلة
Formation	متكون

Multimineralic	متنوع المعادن (مكون من أكثر من معدن)
Conformable	متوافق
Foliated	متورق
Intermediate	متوسط
Group	مجموعة
Magnetite	مجنيتايت
Conchoidal	محاري
Granular	محببة أو حصوية
Streak	مخدش
Lineated	مخططة
Conglomerate	مُذْمَلَك أو رصيص
Arkosic conglomerate	مُذْمَلَك أركوزي أو رصيص أركوزي
Agglomerate	مُذْمَلَك بركاني أو رصيص بركاني
Quartz Conglomerate	مُذْمَلَك الكوارتز أو رصيص الكوارتز
Quartzitic-conglomerate	مُذْمَلَك كوارتزي أو رصيص كوارتزي
Alluvial fans	مراوح طلمية
Corals	مرجان
Corals	مرجانيات
Tetracoral	مرجان رباعي (مجمع)
Hexacorals	مرجان سداسي
Tabulata	مرجان صفائحي
Contour interval	مسافة كنتورية (فاصل كنتوري)
Cryptocrystalline	مسترة التبلور
Sill	مستعرض نارى أو جلة موازية
Colonial corals	مستعمرة مرجانية
Depping plane	مستوى التطبق
Fault plane	مستوى الصدع
Axial plane	مستوى محوري

Muscovite	مسكوفيت
Hackly	مسنن
Correlation	مضاهاة
Paleontologic Correlation	مضاهاة بالاحياء القديمة
Geogronologic Correlation	مضاهاة بحساب الزمن الجيولوجي
Lithologic Correlation	مضاهاة صخرية
Lithologic Identity	مطابقة صخرية
Minerals	معادن
Clay Minerals	معادن الطين
Native Minerals	معادن عنصرية
Topographic features	معالم طبوغرافية
intercrystalline	معشقة التبلر
Magnetism	مغناطيسية
Key	مفتاح المصطلحات
Arthropoda (Phylum)	مفصليات (شعبة)
Resistivity	مقاومة نوعية
Graphic Scale	مقياس بياني
Linear Scale	مقياس خطي
Scale	مقياس رسم
Verbal Scale	مقياس شفوي
Statement Scale	مقياس كتابي
Fractional Scale	مقياس كسري
Fracture	مكسر
Conchoidal fracture	مكسر محاري
Outcrop	مكشف
Feel	لمس
Gentle Slope	منحدر لطيف (خفيف الانحدار)
Slopes	منحدرات

Foramenifera	منخربات الفورمينيفرا
Basin	منخفض
Depression	منخفض
Location	موقع
Monograptus (Genus)	مونوجرابتس (جنس)
True dip	ميل حقيقي
Apparent dip	ميل ظاهري

## ن

Compositionally mature	ناضج معدنيا
Gneiss	نايس
Flowering plants	نباتات مزهرة
Native Copper	نحاس خام
Series	نسق
Rock texture	نسيج صخري
Maturity of Sediments	نضج الرواسب
Assemblage Zone	نطاق التجمع
Thermal Aureole	نطاق تحول حراري
Metassomatic Aureole	نطاق تحول كيميائي
Breccia zone	نطاق الرواهص
Range Zone	نطاق المدى
Aureoles	نطاقات تحولية
System	نظام
Monoclinic system	نظام أحادي الميل
Crystal system	نظام بلوري
Triclinic system	نظام ثلاثي

Tricline system	نظام ثلاثي الميل
Tetragonal system	نظام رباعي
Hexagonal system	نظام سداسي
Orthorhombic system	نظام معيني قائم
Cubic System	نظام مكبي
Stage	نمط أو مرحلة
Species	نوع
Neogene	نيوجين

## هـ

Halite	هالايت
Halides	هاليدات
Plateau	هضبة
Hornblende	هورنبلند
Hornfels	هورنفلس
Holocene	هولوسين
Hydroxides	هيدروكسيدات
Hematite	هيماتايت
Specular Hematite	هيماتايت ميكائي

## و

Wadi	واد أو وادي
Time-rock unit	وحدات صخرية زمنية
Biostratigraphic units	وحدات طبقيّة حيوية
Specific gravity	وزن نوعي
Mantle	وشاح

## ثانيا: ترتيب انجليزي - عربي (هجائي)

### A

Abrasion	سحج أوبرى
Acidic	حمضى
Adamantine	ماسى
Age	أوان
Agglomerate	مدملك بركاني أو رصيص بركاني
Aggregates	تجمعات
Albite	ألبيت
Algal limestone	حجر جير طحلي
Alluvial fans	مراوح طمية
Alluvium	رواسب نهريّة
Ammonoids	أمونيات
Amorphous	غير متبلور
Amphibians	برمائيات
Amphibole	أمفيبول
Amygdaloidal	لوزى
Andesite	أنديزيت
Andesite porphyry	أنديزيت بورفيرى
Anhydrite	أنهيدرايت
Angle of dip	زاوية الميل
Angular Unconformity	عدم توافق زاوى

Anorthite	أنورثايت
Anthozoa	الزهريات (فصيلة)
Anthracite	أنثراسايت
Anthracite coal	فحم الانثراسايت
Anticline folds	طيات محدبة
Apatite	أباتايت
Aphanitic	أفانيتي (دقيق الحبيبات)
Apparent dip	ميل ظاهري
apparent thickness	سمك ظاهري
Archean Era	حقب الحياة العتيقة (الحقب الأركي)
Archeozoic	حقب الحياة القديمة
Arkose	أركوز
Arkosic breccia	راهص أركوزي
Arkosic conglomerate	مدملك أركوزي أو رصيص أركوزي
Arthropoda	مفصليات (فصيلة)
Asbestos	أسبستس
Assemblage Zone	نطاق تجمع
Asymmetrical fold	طية غير متماثلة
Axial plane	مستوى محوري
Augite	أوجايت
Aureoles	نطق تحويلية
Azoic Eon	أبد اللا حياة
Azurite	أزورايت

## B

Ball-shaped	شكل الكرة
Bands	أحزمة



Basalt	بازلت
Basalt porphyry	بازلت بورفيرى
Basic	قاعدى
Basin	منخفض
Batholiths	متداخلات ضخمة أو باثوليت
Bauxite	بوكسائيت
Beach	شاطىء
Beach Environment	بيئة شاطئية
Bed	طبقة
Bedding plane	مستوى التطبق
Bed Lamination	تطبق مترقق
Belemnites	سجاريات
Bilateral symmetry	تماثل ثنائى جانبي
Biochemical Rocks	صخور كيميائية حيوية
Biofacies map	خارطة سحن حياتية
Biostratigraphic Units	وحدات طبقية حيوية
Biotite	بيوتايت
Biotite Schist	شيسيت البيوتايت
Bituminous coal	فحم بتيومين
Bivalvia	ثنائية المصراع (فصيلة)
Bivalves	ثنائية المصراع
Blastoidea	برعميات (فصيلة)
Boulder	جلمود
Brachiopoda	عضديات القدم شعبة
Brachiopods	عضديات الدم
Breccia	رواهص
Breccia zone	نطاق رواهص

Brittle	قصيفة أو انكسارية
Bryozoa	حزازيات (شعبة)
Byozoans	حزازيات
Buff	برتقالي مصفر
Burrows	أنفاق

## C

Calcite	كالسيت
Cambrian	الكامبري
Cambrian Period	العصر الكامبري
Carbonetes	كربونات
Carboniferous	كربوني
Carboniferous Period	العصر الكربوني
Carbonization	تفحم
Cast	حشوة
Cellular	خلوي
Cenozoic Era	حقب الحياة الحديثة
Cephalopoda	الرأسقدميات (فصيلة)
Cephalopods	رأسقدميات
Chalk	طباشير
Chalcopyrite	الكوبرايت
Chemical fossils	أحافير كيميائية
Chemical Rocks	صخور كيميائية
Chemical weathering	تجوية كيميائية
Chert	ظفر
Chlorite	كلورايت
Chlorite schist	شيست كلورايت

Cigar-shaped	شكل السيجار
Circular	دائري
Class	فصيلة، طائفة أو صنف
Classes	فصائل، طوائف أو أصناف
Clastic	فتاتي
Clastic Rocks	صخور فتاتية
Clay	طين
Clay Minerals	معادن الطين أو معادن طينية
Claystones	أحجار الطين أو أحجار طينية
Clean (Quartz) Sandstone	حجر رمل (الكوارتز) النظيف
Cleavage	انفصام
Cliff	جرف
Coal	فحم
Coalification	تفحم
Cobble	حصى كبير
Coelenterata	جوفمعويات (فصيلة)
Coiling	لف
Collapse breccia	رواهص الانهيارات
Colonial corals	مستعمرة مرجانية
Color	لون
Columnar Section	مقطع طبقي عمودي
Compositionally mature	ناضج معدنيا
Concentric structure	بنية دائرية مركزية
Conchoidal	محاري
Cone-shaped	شكل المخروط
Conformable	متوافق
Conglomerate	مدملك أو رصيص

Conspirial coiling	لف مخروطي حلزوني
Contact	سطح اتصال
Conour interval	فاصل كتوري
Contour lines	خطوط كتور
Contour maps	خرائط كتورية
Cooling history	تاريخ التبريد
Coprolites	اخراجات متحجرة
Coquina	كوكينا
Corals	مرجان أو مرجانيات
Correlation	مضاهاة
Corundum	كوراندوم
Country rocks	صخور المكان
Cream	كريمي
Cretaceous	الكريتاسي أو الكريتاي
Cretaceous Period	العصر الكريتاسي أو الكريتاي
Crinoidea	زنبقيات (فصيلة)
Crinoid stem	ساق زنبقيات / زنيق
Crinoids	الزنبقيات
Cross bedding	تطبق متقاطع
Cross lamination	ترقق متقاطع
Crustacea	قشريات (فصيلة)
Cryptocrystalline	مستتر التبلور
Cryptozoic	الحياة الخافية
Cryptozoic Eon	أبد الحياة الخافية
Crystal System	نظام بلوري
Crystals	بلورات
Crystalline	متبلور
Crystalline Limestone (Sparite)	حجر جيرى متبلور

Crystalline structure	بنية متبلورة
Cubic system	نظام المكعب أو نظام مكعبي
Cup-shaped	شكل الكأس
Cyclosilicates	سليكات حلقيّة
Cylinder-shaped	شكل الاسطوانة

## D

Datum	سطح قياسي
Deltas	دلتاوات أو دِلْت
Depression	منخفض
Detrital Rocks	صخور حثائية أو حثيّة
Devonian	الديفوني
Devonian Period	العصر الديفوني
Diatomite	دياتومايت
Dikes (Dykes)	قواطع نارية أو جدد رأسيّة
Diorite	دايوراييت
Dinosaurs	ديناصورات
Dipping	مائلة أو مائل
Dirty sandstone	حجر رمل غير نظيف
Disconformity	عدم توافق متوازي
Dolomite	دلومايت
Dolostone	حجر الدلومايت
Dome	قبة
Down stream	أسفل النهر
Downthrown side	رمية الصدع السفلي
Dunite	دوناييت

## E

Earthy	أرضي أو ترابي
Echinodermata	شوكيات الجلد (شعبة)
Echinoidea	قنافذ (فصيلة)
Echinoids	قنافذ
Eocene	الايوسين
Eon	أبد
Epidote	ايبيدوت
Epoch	حين
Epsomite	ابسومايت
Era	حقب
Extrusive or Volcanic	سطحية أو بركانية

## F

Facies map	خارطة سحنة
Facies maps	خرائط سحنات أو خرائط سحنة
Fault	صدع
Faulting	تصدع
Fault plane	مستوى الصدع
Feel	لمس
Felsite	فلسايت
Felsite prophyry	فلسايت بور فيري
Fence diagram	رسم سياجي

Fissility	تصفح
Flint	صوان أو فلنت
Flood plains	سهول فيضية
Flowering plants	نباتات مزهرة
Flourite	فلورايت
Flysch	سحن الفلش
Folding	طي أو ثني
Foliated	متورق
Foliated Rocks	صخور متورقة
Foliation	تورق
Foot wall	حائط قدم
Foramenifera	منخربات (فورامينيفرا)
Formation	متكون أو تكوين
Fossil	أحفورة
Fossil wood	خشب متاحفر
Fossiliferous limestone	حجر جير أحفوري
Fossilization	تاحفر
Fractional scale	مقياس كسري
Fracture	مكسر
Fragmental	فتاتي أو كسري
Fusilina	فيوزيلينا

## G

Gabbro	جابرو
Galina	جالينا
Gamma and Neutron	جاما ونيutron
Garnet	جارنت

Garnet schist	شيست الجارنت
Gastrolites	حصى مهضوم
Gastropoda	بطنقديات (فصيلة)
Gastropodes	بطنقديات
Gentle slope	منحدر لطيف (خفيف الانحدار)
Genus	جنس
Geochemical Relations	علاقات جيوكيميائية
Geochronologic Correlation	مضاهاة بحساب الزمن الجيولوجي
Geologic maps	خرائط جيولوجية
Geologic cross Section	قطاع جيولوجي عرضي
Geophysical maps	خرائط جيوفيزيائية
Geophysical Relations	علاقات جيوفيزيائية
Geosynclinal	أحواض عملاقة
Geothite	جوثايت
Glaciation	حركة أو زحف التلاجات أو الثلجات
Glassy	زجاجي
Glossepteris	جلوسبتريس (جنس)
Gneiss	نايس
Granite	جرانت
Granular	محببة أو حصوية
Granule	حبيبات
Graphic Scale	مقياس بياني
Graphite	جرافايت
Graptolites	خطيات
Graptolithina	خطيات (فصيلة)
Gravity anomaly	شذو جاذبية
Gravity map	خارطة جاذبية
Greywacke	جرايوكي



Grit	جریت أو حرش
Groundmass	ارضیة
Group	مجموعة
Gypsum	جبس

## H

Hackly	مسنن
Halides	هاليدات
Halite	هالايت
Hand specimens	عينات يدوية
Hanging wall	حائط معلق
Hardness	صلابة أو صلادة
Heart-shaped	شكل القلب
Hematite	هيماتايت
Hemichordata	أشباه الجذليات (شعبة)
Hexacorals	مرجان سداسی
Hexagonal system	نظام سداسی
Hills	تلال
Holocene	حين الهولوسين
Horizontal Strata	طبقات افقية
Horn-shaped	شكل القرن
Hornblende	هورنبلند
Hornblende-mica schist	شيست الهورنبلند والميكا
Hornfels	هورنفلس
Hydroxides	هيدروكسيدات

## I

Immature sandstone

احجار رملية غير ناضجة

Imprint	طبعة
Inclined Strata	طبقات مائلة
Inorganic	غير عضوي
Inosilicates	سليكات سلسلية
Intercrystalline	متشابكة ومتداخلة
Intermediate	متوسط
Interstratified	متداخلة التطبق
Isolith map	خارطة تساوى السهاكة
Isopach map	خارطة السهاكة
Isopach maps	خرائط السهاكة

## J

Jasper	جاسبر
Jurassic	الجوراسى أو الجوراسى
Jurassic Period	العصر الجوراسى أو الجوراسى

## K

Kaolinite	كاولينات
Key (= Legend)	مفتاح (مصطلحات الخرائط)
Kyanite schist	شيست الكيانايت

## L

Laccolith	اجسام نارية قبية أو لاكلوث
Lagoon	برك شاطئية
Laminated	مترقق

Landslides	انزلاقات أرضية
Lateral Continuity	استمرار جانبي
Latitude	خط العرض
Lava	لابة أو لافا
Layers	طبقات أو أحزمة
Leaf fossil	أحفورة ورقة نبات
Legend	دليل الخارطة
Lignite	لجنايت
Limb	جانب (طرف) الطية
Limestone	حجر جير
Limonite	ليمونايت
Lineated	مخططة
Linear Scale	مقياس خطي
Lipodendron	ليبودندرون (جنس)
Lithologic Correlation	مضاهاة صخرية
Lithologic Identity	مطابقة صخرية
Local Unconformity	عدم توافق محلي
Location	موقع
Longitude	خط الطول
Low energy	طاقة منخفضة
Luster	بريق

## M

Magma	صهير
Magnetic Map	خارطة المغناطيسية
Magnetic North	الشمال المغناطيسي

Magnetite	ماجنتايت
Malachite	مالاكايت
Mammals	ثدييات
Mantle	وشاح
Map elements	عناصر الخارطة
Marblé	رخام
Marl	مارل
Mass movement	حركة الكتلة
Matrix	راسب أرضية
Mature sandstones	احجار رمل ناضجة
Mechanical weathering	تجوية ميكانيكية
Melting point	درجة الانصهار أو الذوبان
Member	عضو
Mesozoic Era	حقب الحياة المتوسطة
Metallic luster	بريق فلزي
Metamorphism	تحول
Metasomatic aureole	نطاق تحول كيميائي
Metasomatism	تحول كيميائي
Microcrystalline	دقيق التبلور
Microcrystalline limestone (Micrite)	حجر جير دقيق التبلور
Milky quartz	كوارتز حليبي (أبيض)
Minerals	معادن
Miocene	المايوسين
Mississippian Period	العصر الميسيسيبي
Mold	قالب
Mollusca	رخويات (شعبة)
Molluscs	رخويات

Monocline folds	طيات وحيدة الميل
Monocline system	نظام أحادي الميل
Monograptus	مونوجرابتس (جنس)
Monomineralic	أحادي أو وحيد المعدن
Mountains	جبال
Mudstone	حجر وحل
Multimineralic	متعدد أو متنوع المعادن
Muscovite	مسكوفاييت
Muscovite schist	شيسيت المسكوفاييت

## N

Native copper	نحاس خام
Native elements	معادن عنصرية
Near shore	قرب الساحل
Neogene	النيوجين
Nesosilicates	سليكات منعزلة
Nodules	عقد أو عُقَيْدَات
Nonconformity	لاتوافق
Nonfoliated Rocks	صخور غير متورقة
Nonmetallic luster	بريق لافلزي
Normal fault	صدع عادي
North	شمال

## O

Outcrop	مكشف
Obsidian	أويسيديان

Odour	رائحة
Oligocene	الاليجوسين
Olivine	أوليفين
Oolites	سرثيات
Oolitic limestone	حجر جير سرثي
Ordivician	الاردوفيشي
Ordovician Period	العصر الاردوفيشي
Orthoclase	أورثوكليز
Orthoquartzite	حجر رمل الكوارتز
Orthorhombic system	نظام المعيني القائم
Oxides	أكاسيد

## P

Palaeogene	الباليوجين
Palaeontology	علم الاحافير
Palaeozoic Era	حقب الحياة القديمة
Palaeogeographic map	خارطة الجغرافية القديمة
Palaeontologic Correlation	مضاهاة بالاحياء القديمة
Paleotectonic map	خارطة التكتونية القديمة
Particles	جسيمات
Pearly	لؤلؤي
Peat	خث
Pebble	حصى صغير
Pennsylvanian	العصر البنسلفاني
Peridotite	بريدوتايت
Period	عصر
Permian	البرمي

Permian Period	العصر البرمي
Permineralization	تعمدن
Petrified wood	خشب متحجر
Phaneritic	فانيريقي (خشن الحبيبات)
Phenocryst	فينوكرست
Phosphates	فوسفات
Phyllite	فيلايت
Phyllosilicates	سيكات صفائحية
Phyllum	شعبة
Plagioclase	بلاجيوكليز
Plagioclase feldspar	فلسبار البلاجيوكليز
Plain	سهل
Planispiral coiling	لف في مستوى أفقى
Plateau	هضبة
Pleistocene	البلايستوسين
Pliocene	البلايوسين
Plunging fold	طية غاطسة
Plutonic rocks	صخور جوفية
Porphyritic	بورفيري (مرقط)
Porphyritic granite	جرانت بورفيري
Porphyritic rhyolite	ريولايت بورفيري
Pre-Cambrian Era	حقب ما قبل الكامبري
Proterozoic	الحياة البدائية
Proterozoic Era	حقب الحياة البدائية (الحقب البدائي)
Protista (Protozoa)	أوليات (شعبة)
Pumice	بومس

Pyrite	بيراييت
Pyroclastic rocks	صخور نارية فتاتية
Pyroclastics	فتات ناري
Pyroxene	بيروكسين
Pyroxenite	بيروكسينات

## Q

Quartz	كوارتز
Quartz conglomerate	مدملك كوارتز أو رصيص كوارتز
Quartz sandstone	حجر رمل الكوارتز
Quartzite	كوارتزاييت
Quartzitic conglomerate	مدملك كوارتزى أو رصيص كوارتز
Quaternary	الرباعي
Quaternary Period	العصر الرباعي

## R

Radial structure	بنية شعاعية
Radial symmetry	تماثل شعاعي
Range Zone	نطاق المدى
Ratio map	خارطة النسبة
Recent	الحين الحديث
Recrystallization	اعادة تبلور
Regional metamorphism	تحول اقليمي
Relic bedding	تطبق متبقى
Replacement	استبدال أو احتلال
Reptiles	زواحف



Resinous	صمغى
Resistivity	مقاومة نوعية
Reverse fault	صدع معكوس
Rhynconella	رينكونيلا (جنس)
Rhyolite	ريولايت
Rhyolite porphyry	ريولايت بورفيرى
Ridges	اظهر أو أحيد
Ripple marks	علامات نيم
River channels	قنوات نهريه
Rock fragments	كسر صخرية
Rock gypsum	صخر الجبس
Rock salt	صخر الملح
Rock texture	نسيج صخرى
Rod-like	قضيبية الشكل
Rose quartz	كوارتز زهرى (وردى)
Rosebud-shaped	شكل البرعم
Roundness	استدارة
Rugosa (Tetracorals)	مرجان مجمد (مرجان رباعي)

## S

Saddle	سرج
Saline water	ماء أجاج
Sand	رمل
Sandstones	احجار رمل
Scale	مقياس
Scaphopoda	زورقيات القدم (فصيلة)
Schist	شيست

Scoria	أسكوريا
Sedimentary environments	بيئات رسوبية
Sedimentary structures	بنيات رسوبية
Sedimentation	ترسيب
Series	نسق
Serpentine	سربنتينيت
Shale	طُفْل أو طين صفحي
Shape	شكل
Sideromelane	سيدروميلان
Sigillaria	سيجيلاريا (جنس)
Silicates	سليكات
Silky	حريرى
Sill	مستعرض نارى أو جدة موازية
Sillimanite schist	شيسيت السلمينيات
Silt	غرين
Siltstone	حجر غرين
Silty sandstone	حجر رمل غريني
Silurian	السلورى
Silurian Period	العصر السلورى
Size	حجم
Skeletal limestone	حجر جير ميكلى
Slate	اردواز
Slaty cleavage	انقسام اردوازى
Slopes	منحدرات
Smoky quartz	كوارتز مدخن
Soapstone	حجر الصابون
Solid substance	مادة صلبة أو قاسية
Sorosilicates	سليكات متجمعة

Sorting	تصنيف أو فرز
Sorting Process	عملية التصنيف
Species	نوع
Specific gravity	وزن نوعي
Specular hematite	هيماتايت ميكاني
Sphalerite	سفاليرايت
Splintery	شظوي
Spontaneous Potential	جهد ذاتي
Stage	نمط أو مرحلة
Statement Scale	مقياس كتابي
Step like manner	نمط يشبه الدرج
Stratification	تطبق
Stratified rocks	صخور متطبقة
Stratigraphic maps	خرائط طبقية
Stratigraphic Section	قطاع طبقي
Streak	مخدش
Strike	خط الامتداد أو الاتجاه (المضرب)
Strike fault	صدع اتجاهي أو امتدادي أو مضربي
Strike line	خط الامتداد أو المضرب
Structural contour map	خارطة كتورية بنائية
Structural Relations	علاقات بنائية
Syncline folds	طيات مقعرة
Submature sandstones	احجار رمل شبة ناضجة
Sulfur	كبريت
Sulphates	كبريتات
Sulphides	كبريتيدات
Symbols	رموز
Symmetry	تماثل

Symmetrical fold	طية متماثلة
Syncline fold	طية مقعرة
System	نظام

# T

Tabulata	مرجان صفائحي
Tar	زفت
Talc	تلك
Taste	طعم أو مذاق
Tectonic Structures	بنيات تكتونية
Tectosilicates	سليكات هيكليّة
Thermal aureole	نطاق تحول حراري
Time-Rock Units	وحدات صخرية زمنية
Title	عنوان
Terebratula	تريبراتيولا (جنس)
Tertiary	الثلاثي
Tertiary Period	العصر الثلاثي
Tetragonal system	نظام الرباعي
Tetrahedron	رباعي الوجة
Tool marks	علامات الاداة
Topaz	توباز
Topographic features	معالم طبوغرافية
Topographic profile	قطاع طبوغرافي
Topographic map	خرائط طبوغرافية
Trace fossils	أحافير الاثر
Tracks	أثار أقدام

Trails	جرات
Transportation processes	عمليات النقل
Triassic	الترياسي أو الثالث
Triassic Period	العصر الترياسي
Triclinic system	نظام ثلاثي الميل
Trigonal system	نظام الثلاثي
Trilobita	ثلاثية الفصوص (فصيلة)
Trilobites	ثلاثية الفصوص
True dip	ميل حقيقي
True North	شمال حقيقي
True thickness	سمك حقيقي
Tuff	توفسة أو توف
Turbidites	رواسب العكر أو عكارات

## U

Ultrabasic	فوق قاعدي
Unconformable	عديم التوافق
Unconformity	عدم توافق
Uneven	غير مستو
Upthrown side	رمية الصدع العليا

## V

Verbal Scale	مقياس شفوي
Vertical exaggeration	مبالغة عمودية
Vesicular texture	نسيج فقاعي
Vesicular basalt	بازلت فقاعي مسامي

Vitreous	زجاجي
Volcanic	بركاني
Volcanic bombs	قنابل بركانية
Volcanic breccia	رواهص بركانية
Volcanic glass	زجاج بركاني
Volcanic neck	عنق بركاني
Volcanic tuff	توفة بركانية

## W

Wadi	وادي أو واد
Weathering processes	عمليات التجوية
Well sorting	تصنيف جيد

## Z

Zone	نطاق
Zones	نطق

## فهرست الاشكال

### الباب الاول

- شکل ۱-۱ مقياس موه لصلابة المعادن .. ۳۸  
 شکل ۱-۲ معادن مقياس موه للصلابة .. ۳۹  
 شکل ۱-۳ انقسام المعادن ..... ۴۰  
 شکل ۱-۴ انعكاس الضوء من اسطح الانقسام ومن سطح منكسر ۴۱

### الباب الثاني

- شکل ۲-۱ اصل الصخور النارية وتبلور الصهير ۵۶  
 شکل ۲-۲ انسجة الصخور النارية .. ۵۸  
 شکل ۲-۳ رايولايت .. ۶۳  
 شکل ۲-۴ جرانيت ..... ۶۴  
 شکل ۲-۵ انديزايت ..... ۶۵  
 شکل ۲-۶ دايورايت ..... ۶۶  
 شکل ۲-۷ بازلت ..... ۶۷  
 شکل ۲-۸ جابرو ..... ۶۷  
 شکل ۲-۹ اوسيديان ..... ۶۹  
 شکل ۲-۱۰ بومس ..... ۶۹  
 شکل ۲-۱۱ اسكوريا ..... ۷۰

### الباب الثالث

- شکل ۳-۱ نواتج التجوية ..... ۷۷  
 شکل ۳-۲ شكل الحبيبات ..... ۸۱

٨١	شكل ٣-٣	درجة التصنيف
٨٢	شكل ٤-٣	البنيات الرسوبية
٨٥	شكل ٥-٣	تصنيف الصخور الرسوبية على اساس اصولها
٨٧	شكل ٦-٣	مُذَمِّلُكْ أو رصيص
٨٨	شكل ٧-٣	راهص أو بريشيا
٨٩	شكل ٨-٣	حجر الرمل
٩٠	شكل ٩-٣	أركوز
٩١	شكل ١٠-٣	أورثوكوآرتزايت
٩٢	شكل ١١-٣	حجر الغرين
٩٣	شكل ١٢-٣	احجار الطين
٩٤	شكل ١٣-٣	احجار الطُّفْل أو الطين الصفحي
٩٦	شكل ١٤-٣	حجر الجير
٩٧	شكل ١٥-٣	صخر الجبس
٩٨	شكل ١٦-٣	صخر الملح
٩٩	شكل ١٧-٣	الظفر
١٠٠	شكل ١٨-٣	الكوكينا
١٠١	شكل ١٩-٣	حجر الجير الاحفوري
١٠٢	شكل ٢٠-٣	صخر الطباشير
١٠٢	شكل ٢١-٣	الغث
١٠٣	شكل ٢٢-٣	الفحم
١١٥	الباب الرابع	
١١٧	شكل ١-٤	التحول التماسي حول الاجسام النارية
١٢٠	شكل ٢-٤	التحول الاقليمي
١٢٢	شكل ٣-٤	انسجة الصخور المتحولة
١٢٥	شكل ٤-٤	الاردواز
١٢٦	شكل ٥-٤	الفلايت
١٢٧	شكل ٦-٤	الشست



- شكل ٤-٧ الناييس ١٢٨
- شكل ٤-٨ المورنفلس ١٢٩
- شكل ٤-٩ الكوارتزيت ١٣٠
- شكل ٤-١٠ الرخام ١٣٠
- الباب الخامس ١٣٧
- شكل ٥-١ مقياس الزمن الجيولوجي ١٤١
- شكل ٥-٢ المدى الزمني لبعض الكائنات الحية التي عاشت في العصور الجيولوجية المختلفة. ١٤٤
- شكل ٥-٣ الحفظ باعادة التبلور. ١٥٤
- شكل ٥-٤ القالب والحسوة ١٥٥
- شكل ٥-٥ الانماط المختلفة لأحافير الأثر ١٥٦
- شكل ٥-٦ انواع التماثل في الاحافير ١٥٨
- شكل ٥-٧ بعض الابعاد التي يمكن قياسها في الفصائل المختلفة من الاحافير. ١٦٠
- شكل ٥-٨ الاشكال المختلفة للاحافير ١٦١
- شكل ٥-٩ انماط اللف في الاحافير ١٦٣
- شكل ٥-١٠ شعبة الرخويات، فصيلة الرأسقدميات ١٦٦
- شكل ٥-١١ شعبة الجوفمعويات، فصيلة الزهريات ١٦٦
- شكل ٥-١٢ شعبة شوكيات الجلد ١٦٧
- شكل ٥-١٣ شعبة الرخويات، فصيلة الرأسقدميات ١٧٠
- شكل ٥-١٤ شعبة الرخويات فصيلة البطنقدميات ١٧٠
- شكل ٥-١٥ شعبة الرخويات، فصيلة ثنائية الصراع ١٧١
- شكل ٥-١٦ شعبة عضديات القدم ١٧١
- شكل ٥-١٧ شعبة المفصليات، فصيلة ثلاثية الفصوص ١٧٢
- شكل ٥-١٨ احفورة ورقة نبات ١٧٢
- شكل ٥-١٩ شعبة الحزازيات ١٧٤
- شكل ٥-٢٠ شعبة أشباه الحبليات، فصيلة الخطيات ١٧٥
- شكل ٥-٢١ خشب متحجر ١٧٥

## ١٧٩ ..... الباب السادس

١٨٧ شكل ٦-١ رموز الخرائط الطبوغرافية.

## ١٨٩ ..... الباب السابع :

١٩٣ شكل ٧-١ خارطة طبوغرافية

١٩٤ شكل ٧-٢ خارطة السكاة

١٩٥ شكل ٧-٣ طريقة توصيل خطوط المناسيب والمسافة الكتتورية

١٩٧ شكل ٧-٤ كيفية ترقيم خطوط الكتتور

١٩٩ شكل ٧-٥ أ خارطة تضاريسية قبل ترقيم خطوط الكتتور

٢٠٠ شكل ٧-٥ ب خارطة تضاريسية بعد ترقيم خطوط الكتتور

٢٠١ شكل ٧-٦ أ- خارطة كتتورية للمهضبة

٢٠١ ب- مجسم المهضبة

٢٠٢ شكل ٧-٧ أ- خارطة كتتورية للوادي

٢٠٢ ب- مجسم الوادي

٢٠٣ شكل ٧-٨ أ- خارطة كتتورية للتل

٢٠٣ ب- مجسم التل

٢٠٥ شكل ٧-٩ انواع المنحدرات

٢٠٧ شكل ٧-١٠ طريقة رسم القطاع الطبوغرافي

٢٠٨ شكل ٧-١١ طريقة رسم القطاع الطبوغرافي

٢١٠ شكل ٧-١٢ أ رموز والوان بعض الصخور المستعملة في الخرائط الجيولوجية

٢١١ شكل ٧-١٢ ب رموز البنيات الجيولوجية.

## ٢١٥ ..... الباب الثامن

٢١٥ شكل ٨-١ تحديد اسطح الطبقات

٢١٧ شكل ٨-٢ مكاشف الطبقات

٢١٩ شكل ٨-٣ أ مثال لرسم الطبقات الافقية

٢٢١ شكل ٨-٣ ب طريقة رسم الطبقات الافقية

شكل ٨-٤ طريقة رسم القطاع الجيولوجي للطبقات الافقية ٢٢٣

## الباب التاسع ٢٢٧

شكل ٩-١ اتجاه الميل الحقيقي ٢٢٨

شكل ٩-٢ علاقة زاوية الميل للمسافة الاتجاهية ٢٢٨

شكل ٩-٣ علاقة زاوية الميل بخط الامتداد ٢٢٩

شكل ٩-٤ طريقة حساب زاوية الميل ٢٣٠

شكل ٩-٥ علاقة السمك الحقيقي لزاوية الميل ٢٣٢

شكل ٩-٦ أ- مكشف سطح الطبقة ٢٣٣

شكل ٩-٦ ب- طريقة رسم مكشف سطح الطبقة ٢٣٤

شكل ٩-٧ أ قطاع في اتجاه الميل ٢٣٥

شكل ٩-٧ ب قطاعان س ص في اتجاه الميل أ ب موازي للامتداد ٢٣٦

شكل ٩-٨ أ مكشف سطح الطبقة المائلة ٢٣٧

شكل ٩-٨ ب طريقة رسم سطح الطبقة المائلة ٢٣٨

شكل ٩-٩ أ سطحي الطبقة ٢٣٩

شكل ٩-٩ ب طريقة رسم سطحي الطبقة ٢٤٠

شكل ٩-١٠ أ منكشف طبقة عند نقطتان وعمق ٢٤١

شكل ٩-١٠ ب طريقة ترقيم خطوط الامتداد ورسم سطح الطبقة ٢٤٢

شكل ٩-١١ أ سطح الطبقة عند ظهور ميل حقيقي ٢٤٣

شكل ٩-١١ ب طريقة رسم سطح الطبقة عند ظهور الميل الحقيقي ٢٤٤

شكل ٩-١٢ أ سطح الطبقة عند ظهور ميلين ظاهرين ٢٤٥

شكل ٩-١٢ ب طريقة رسم سطح الطبقة عند ظهور ميلين ظاهرين ٢٤٦

## الباب العاشر ٢٤٩

شكل ١٠-١ انواع الطيات ٢٥٠

شكل ١٠-٢ اجزاء الطية ٢٥٠

شكل ١٠-٣ رسم يوضح الطيات المتناثلة والغير متناثلة ٢٥١

شكل ١٠-٤ طريقة رسم القطاع الجيولوجي لطية مقعرة متناثلة ٢٥٢

- شكل ١٠ - ٥ طريقة رسم القطاع الجيولوجي لطية محدبة متائلة ٢٥٤  
 شكل ١٠ - ٦ طريقة رسم منكشف الطبقات ٢٥٦  
 شكل ١٠ - ٧ طريقة رسم القطاع الجيولوجي لطبقات مطوية ٢٥٧  
 شكل ١٠ - ٨ رسم يوضح اجزاء الطية ٢٥٨  
 شكل ١٠ - ٩ انواع الصدوع ٢٥٩  
 شكل ١٠ - ١٠ صدع عادي ٢٦٠  
 شكل ١٠ - ١١ صدع معكوس ٢٦١  
 شكل ١٠ - ١٢ يوضح مراحل تكون الصدع العادي ٢٦٢  
 شكل ١٠ - ١٣ يوضح مراحل تكون الصدع المعكوس ٢٦٢  
 شكل ١٠ - ١٤ أ أرسم: ٢٦٣

#### ١- الصدع - ٢- الحركة النسبية - ٣- تحديد نوع الصدع

- شكل ١٠ - ١٤ ب يوضح اتجاه الحركة النسبية ٢٦٣  
 شكل ١٠ - ١٥ يوضح الطبقات المتصدعة والحركة النسبية واتجاه الميل ٢٦٤  
 شكل ١٠ - ١٦ مكشف الصدع العادي في الطبقات الافقية ٢٦٥  
 شكل ١٠ - ١٧ خارطة جيولوجية لطبقات مطوية متصدعة ٢٦٦  
 شكل ١٠ - ١٨ أ سطحى الطبقة على جانب الصدع ٢٦٧  
 شكل ١٠ - ١٨ ب طريقة رسم سطحى الطبقة على جانب الصدع ٢٦٨  
 شكل ١٠ - ١٩ طريقة رسم سطحى الطبقة على جانب الصدع ٢٦٩  
 شكل ١٠ - ٢٠ مراحل تكون سطح عدم التوافق ٢٧١  
 شكل ١٠ - ٢١ انواع اسطح عدم التوافق ٢٧٢

### الباب الحادى عشر

- شكل ١١ - ١ طريقة كتورية تركيبية لسطح طبقة مائلة ٢٧٩  
 شكل ١١ - ٢ خارطة كتورية تركيبية لسطح طبقة مطوية ٢٨٠  
 شكل ١١ - ٣ خارطة كتورية تركيبية لسطح طبقة قبية ٣٨١  
 شكل ١١ - ٤ أ خارطة الكتور التركيبية للسطح السفلي لحجر الرمل ٢٨٢  
 شكل ١١ - ٤ ب قطاع طبوغرافى يوضح السطح السفلي لحجر الرمل ٢٨٢  
 شكل ١١ - ٥ خارطة السهابة ٢٨٣

- شكل ١١-٦ خارطة سماكة لطبقة ترسبت بعد تكون الطية ..... ٢٨٤
- شكل ١١-٧ خارطة لطبقة ترسبت بعد تكون الصدع ..... ٢٨٥
- شكل ١١-٨ خارطة السماكة والسحن ..... ٢٨٦
- شكل ١١-٩ أ- خارطة كتورية تركيبية للسطح السفلي للطبقة × ..... ٢٨٧
- شكل ١١-٩ ب- خارطة سماكة للطبقة × ..... ٢٨٨
- شكل ١١-٩ ج- خارطة السحنات للطبقة × ..... ٢٨٨
- شكل ١١-١٠ أ- خارطة كتورية للسطح السفلي للطبقة × ..... ٢٨٩
- شكل ١١-١٠ ب- خارطة سماكة للطبقة × ..... ٢٩٠
- شكل ١١-١٠ ج- خارطة السحنات للطبقة × ..... ٢٩٠
- شكل ١١-١١ أ- خارطة كتورية تركيبية للسطح السفلي للطبقة × ..... ٢٩١
- شكل ١١-١١ ب- خارطة سماكة الطبقة × ..... ٢٩٢
- شكل ١١-١١ ج- خارطة سحنات للطبقة × ..... ٢٩٢
- شكل ١١-١٢ أ- خارطة كتورية تركيبية للسطح السفلي للطبقة × ..... ٢٩٣
- شكل ١١-١٢ ب- خارطة سماكة للطبقة × ..... ٢٩٤
- شكل ١١-١٢ ج- خارطة السحنات للطبقة × ..... ٢٩٤
- شكل ١١-١٣ خارطة النسبة المثوية ..... ٢٩٦
- شكل ١١-١٤ خارطة الجيولوجيا القديمة ..... ٢٩٧
- شكل ١١-١٥ خارطة السحن الحياتية ..... ٢٩٨
- شكل ١١-١٦ خارطة جاذبية فوق قبة ملحية ..... ٢٩٩
- شكل ١١-١٧ خارطة جاذبية ..... ٣٠١
- شكل ١١-١٨ خارطة مغناطيسية لمنطقة تحتوي على خام الحديد ..... ٣٠٢

## ٣٠٥ الباب الثاني عشر

- شكل ١٢-١ احدى طرق رسم القطاع الطبقي العمودي ..... ٣٠٧
- شكل ١٢-٢ طريقة رسم القطاع الطبقي السياحي ..... ٣٠٨
- شكل ١٢-٣ عملية المضاهاة بين ثلاثة آبار اعتماداً على التركيب والتتابع الصخري ..... ٣٠٩
- شكل ١٢-٤ تسجيلات كهربائية لبئر تبين المقاومة النوعية والجهد الذاتي ..... ٣١٣
- ومنها امكن التعرف على الطبقات الصخرية وحدودها في البئر.

- شكل ١٢- ٥ سجل المقاومة النوعية للطبقات المختلفة ..... ٣١٥
- شكل ١٢- ٦ أ علاقة كثافة ومسامية الطبقات بالتسجيلات الجيوفيزيائية ..... ٣١٦
- شكل ١٢- ٦ ب علاقة سجلات جاما ونيutron مع الطبقات المختلفة ... ٣١٧

## فهرست الجداول

### الباب الاول

- جدول ١- ١ أ معادن ذات بريق فلزي ..... ٤٧  
جدول ١- ١ ب معادن ذات بريق لافلزي قائمة اللون ٤٨  
جدول ١- ١ ج معادن ذات بريق لافلزي فاتحة اللون ٤٩  
جدول ١- ١ د معادن ذات بريق لافلزي فاتحة اللون، اقل صلابة من الزجاج. ٥٠

### الباب الثاني

- جدول ٢- ١ تصنيف الصخور النارية ..... ٦١  
جدول ٢- ٢ التعرف على الصخور النارية بواسطة النسيج واللون. ٧٢

### الباب الثالث

- جدول ٣- ١ التعرف على اصل نشأة الصخور الرسوبية. ١٠٨  
جدول ٣- ٢ التعرف على الصخور الفتاتية. ١٠٩  
جدول ٣- ٣ درجة نضوج الاحجار الرملية. ١١٠  
جدول ٣- ٤ البيئات الرسوبية الانموزجية مع صخورها ١١١  
وبيئةها الرسوبية المصاحبة.  
جدول ٣- ٥ التعرف على الصخور الرسوبية الكيميائية والكيميائية الحيوية. ١١٢

### الباب الرابع

- جدول ٤- ١ التعرف على الصخور المتحولة. ١٣٣  
جدول ٤- ٢ اصول الصخور المتحولة. ١٣٤

## الباب الخامس

- جدول ٥ - ١ تماثل شعاعي كامل أو شعاعي غير كامل . ١٦٥
- جدول ٥ - ٢ تماثل ثنائي جانبي ، على الأقل في مستوى واحد . ١٦٨
- جدول ٥ - ٣ لا يوجد تماثل واضح . ١٧٣



## **المراجع**

**أولا : المراجع العربية**  
**ثانيا: المراجع الأجنبية**



## لؤة : المراجع العربية

اسماعيل، اسماعيل شعبان، امين، هاني محمود محفوظ، عبدالله، طه محمد السيد، ١٩٧٦م، مقدمة في الاستكشاف الجيوفيزيائي، دار ماكجروهل للنشر، مصر، ٧٤٧ صفحة.

التركي، خالد ابراهيم، ومحمد محمود ابوصقر، ١٩٧٥م، علم الارض عملي، دار الكتاب الجامعي، الرياض، السعودية ١٧٨ صفحة.

السياب، عبدالله شياكر، الجاسم، جاسم علي، ١٩٨٠م، علم الطبقات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق ٣٤٧ صفحة.

عابد، عبدالقادر، المقبل، شاكورسمى، الباشا، سعد حسن، ١٩٨٠م الجيولوجيا العامة، مجمع اللغة العربية، الاردن، ٧٤٧ صفحة.

مشرف، محمد عبدالغني، ١٩٨٧م، أسس علم الرسوبيات، عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية، ٦٣٦ صفحة.

مشرف محمد عبدالغني، وادريس، الطاهر عثمان، ١٤١٠هـ - ١٩٩٠م، قاموس مصطلحات الرسوبيات المصور، عربي - انجليزي، انجليزي - عربي، عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية، ٢٤٣ صفحة.

المهندس، احمد عبدالقادر، السنوسي، محمد يحيى، ١٩٨٥م، مبادئ الجيولوجيا العامة، دار علم الكتاب للنشر والتوزيع، الرياض، ٢٦٢ صفحة.

يوسف، مراد ابراهيم، حسن محمد يوسف، ١٩٦٧، الخرائط الجيولوجية، دار النهضة العربية، مصر، ٨١ صفحة.

### ثانياً : المراجع الأجنبية

- AGI/NAGT, 1986, Laboratory Manual in Physical Geology, 1st ed., Merrill Publishing Company, Columbus, Ohio 43216, p. 177.
- Bassett, A.M., and O'Dunn S., 1980 General Geology of the Western United states: 1st edition, Peak Hunter Publications, California, 254p.
- Cavaroc, V. V., and Fullagar, P. D., and Gryta, J. J., 1977. Application of Physical Geology Principles, Hunter Publishing Co. Winston, N. C., 120 p.
- Dallmeyer, R.D., 1978, Physical Geology, Laboratory Text and Manual: 2nd edition, Kendall, Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, U.S.A. 406 p.
- Davis, L. E., and Eves, R. L., 1988, Identification of Common Fossil Organisms for Introductory Geology: Journal of Geological Education v. 36, No. 5, p. 253-256.
- Department of Geology, University of Oregon, 1967, General Geology Laboratory, Eugene Oregon, U. S. A., 82 p.
- Fischter, L. S. and Farmer, G. T., Jr. 1977, Earth Material and Earth Process: 1st edition, Burgess Publishing Company Minneapolis, Minnesota, U.S.A., 263 p.
- Hamblin, W. K. and Howard, J. D., 1975, Exercises in Physical Geology: 4th edition, Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, U.S.A., 208 p.

- Klein C. and Hurlbut, C. S. Jr., 1985, Manual of Mineralogy after James D. Dana: 20th edition, John Wiley & Sons, Inc. New York, U.S.A.; 596 p.
- Krumbein, W. C., and Sloss, L. L., 1963, Stratigraphy and Sedimentation, 2nd ed., Freeman, San Francisco, 660 p.
- Lindholm, R., 1987, A Practical Approach to Sedimentary; 1st edition, Allen & Unwin, Inc., London, 276 p.
- Platt, I. J., 1963, A series of Elementary Exercises upon Geological Maps, Thomas Murby Co., London, 30 p.
- Poort, J. M., 1980, Historical Geology Interpretations and Applications 3rd edition, Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, U.S.A., 182 p.
- Schlumberger, Ltd. 1974 Log Interpretation, Schlumberger, Ltd., New York. 116 p.
- Simpson, B., 1968, Geologic Maps, Pergamon Press, Oxford, U. K., 98 p.
- Stokes, W. L. and Judson, S., 1968, Introduction to Geology Physical and Historical, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 530 p.
- Whitten, D.G.A. and Brooks J.R.V., 1979, The Penguin Dictionary of Geology, Penguin Books, U. K. 515 p.



## الجزء الثالث

### EXERCISES تمارين

٣٨٦	تمارين الباب الأول	—
٣٩٢	تمارين الباب الثاني	—
٣٩٨	تمارين الباب الثالث	—
٤٠٤	تمارين الباب الرابع	—
٤١٠	تمارين الباب الخامس	—
٤١٧	تمارين الباب السابع*	—
٤٣٩	تمارين الباب الثامن	—
٤٥٩	تمارين الباب التاسع	—
٥٠١	تمارين الباب العاشر	—
٥٦٧	تمارين الباب الحادي عشر	—
٦١٩	تمارين الباب الثاني عشر	—

---

\* لاحظ أن الباب السادس ليس له تمارين.

# **تمارين**

## **الباب الأول**













## **تمارين**

### **الباب الثاني**













# **تمارين**

## **الباب الثالث**



# البيانات الشخصية

أعز إن وصف المختبر والمواد

اسم الطالب  
رقم الطالب

اسم المختبر	بيانات أخرى (مركب وظيفي، النموذج)	المكونات (مادن، قات، إطارات)	شكل الجزيئات	حجم الجزيئات	الأصل (النقاء)	رقم العينة

ف

مترين وحت الاسلامي

الطالب  
وقد

[illegible]







# **تمارين**

## **الباب الرابع**









**البسيط البرابيع**  
**تعرين وصف الصخور المتحولية**

اسم الطالب \_\_\_\_\_  
رقم الطالب \_\_\_\_\_

نوع التحول	مصدر المصدر	اسم الصخر	الصفات المميزة	التركيب المعدني	النسيج	رقم المينة

## **تمارين**

### **الباب الخامس**



**الباب الخامس**  
**تمرين وصف الاحافير**

اسم الطالب \_\_\_\_\_  
 رقم الطالب \_\_\_\_\_

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التأثيل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التأثيل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التأثيل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

**المسألة الخامسة**  
**تمرين وصف الاحصافير**

اسم الطالب \_\_\_\_\_

رقم الطالب \_\_\_\_\_

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

البسط الخامس  
تصنيف وصف الاساسيات

اسم الطالب \_\_\_\_\_

رقم الطالب \_\_\_\_\_

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

اسم الطالب \_\_\_\_\_  
 رقم الطالب \_\_\_\_\_  
**السطب الخامس**  
**تمرين وصف الاحصافير**

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التائل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التائل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التائل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصلة

**البسط الخامس**  
**تمرين وصف الاحصافير**

اسم الطالب \_\_\_\_\_  
 رقم الطالب \_\_\_\_\_

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة

الرسم	رقم العينة
	طريقة الحفظ
	التماثل
	الشكل
	الحجم
	الشعبة
	الفصيلة



## **الباب السابع\***

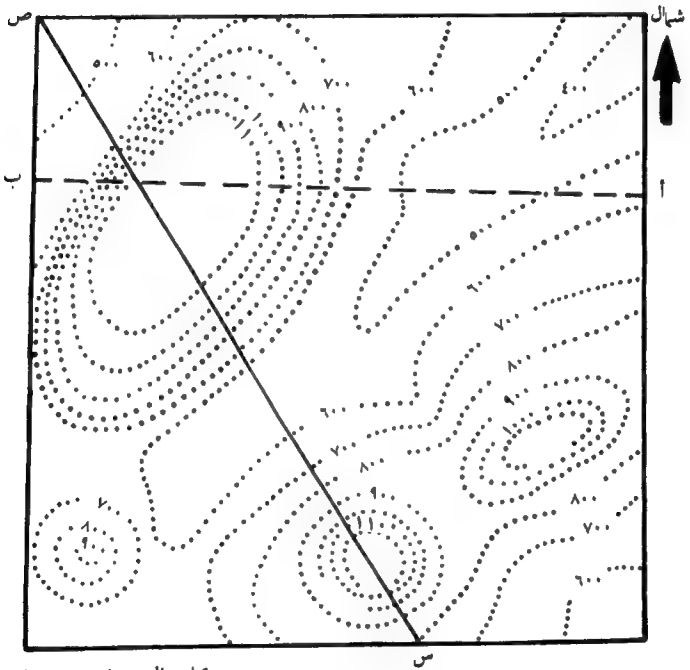
### **تمارين**

- تمرين ٧ - ١ تحديد المعالم الطبوغرافية  
تمرين ٧ - ٢ ترقيم خطوط المناسيب  
تمرين ٧ - ٣ ترقيم خطوط المناسيب  
تمرين ٧ - ٤ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي  
تمرين ٧ - ٥ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي  
تمرين ٧ - ٦ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي  
تمرين ٧ - ٧ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي  
تمرين ٧ - ٨ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي  
تمرين ٧ - ٩ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي  
تمرين ٧ - ١٠ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي





تمرين ٧ = ١ تحديد المعالم الطبوغرافية



مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

١ - المطلوب كتابة الرقم المقابل لكل من المعالم الطبوغرافية في القائمة التالية على الخارطة.

(أ) وادي رئيسي

(ب) تل مخروطي

(ج) سرج

(د) منحدر محدب

(هـ) منحدر منتظم

(و) تل مستطيل

(ز) هضبة

(ح) منحدر مقعر

(ط) جرف

٢ - ارسم قطاعاً عرضياً

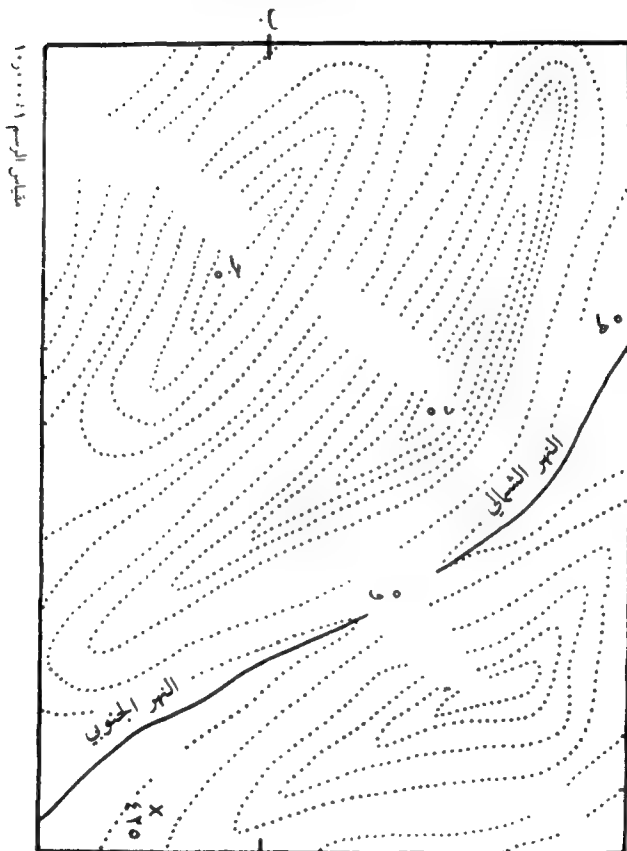
(أ) على امتداد الخط أ ب

(ب) على امتداد الخط من س

٣ - وضع مجارى المياه في المنطقة باللون الازرق

٤ - اكتب شرحاً بسيطاً عن طبوغرافية المنطقة

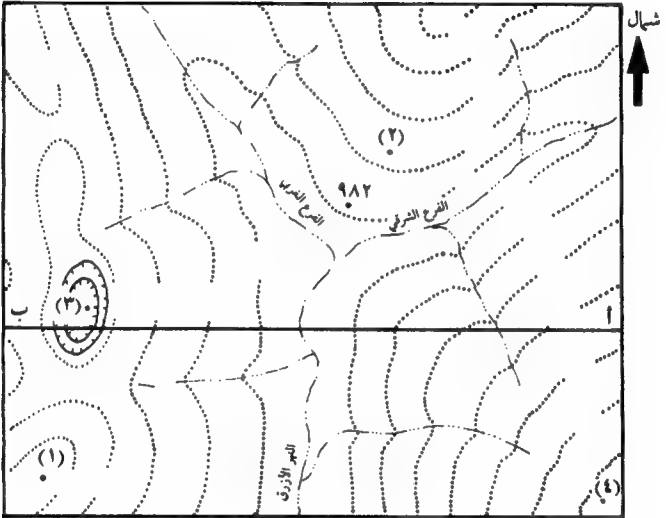
تمرين ٢ = ٢ ترقيم خطوط المناسيب



**المطلوب :**

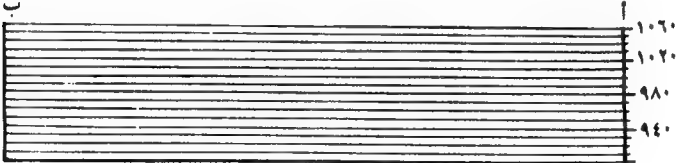
- ١ - في الفراغات الموجودة على خطوط المناسيب ضع قيمة الارتفاع فوق مستوى سطح الماء.
- ٢ - ارسم قطاعاً أفقياً من أ الى ب
- ٣ - ماهو الفرق في الارتفاع بين النقطتين هـ، د
- ٤ - ماهو ارتفاع النقطة هـ
- ٥ - ماهو ارتفاع النقطة د
- ٦ - ماهي المسافة بالامتار بين النقطتين د، هـ

تمرين ٢ = ٢ ترقيم خطوط المناسيب



المسافة الكنتورية ٢٠ متر

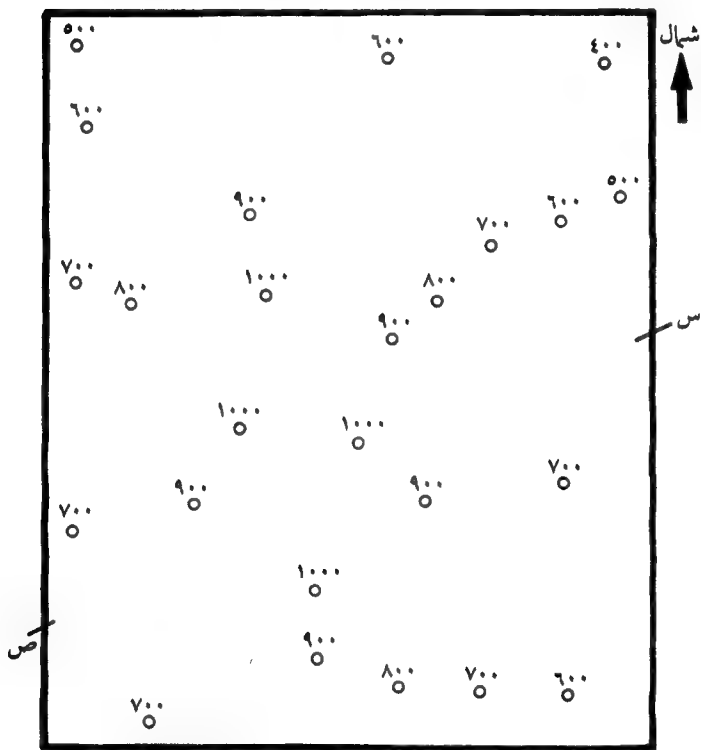
المقياس ١ سم = ١٠٠ متر



## المطلوب :

- ١ - في الفراغات الموجودة بين الخطوط ضع قيمة ارتفاع كل خط كنتوري .
- ٢ - ماهي ارتفاعات النقاط ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤
- ٣ - ارسم قطاعاً أفقياً من النقطة أ الى ب .
- ٤ - ماهو المقياس النسبي لهذه الخارطة .
- ٥ - احسب المبالغة الرأسية .

## تمرين ٧ = ٤ رسم خطوط المناسب والقطاع الطبوغرافي



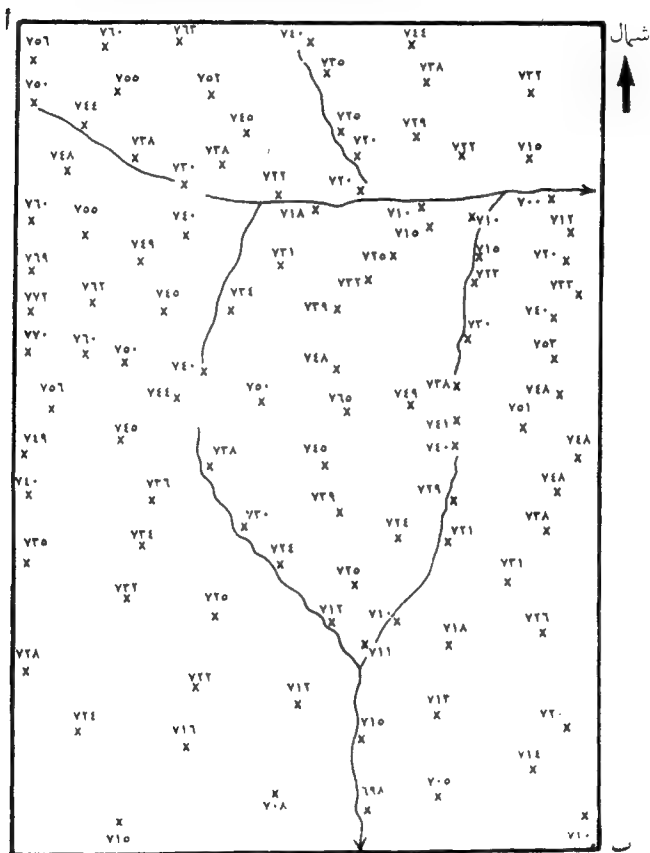
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠

تظهر على هذه الخارطة النقاط ذات الارتفاعات عن سطح البحر المبينة أمام كل منها - والمطلوب :

- ١ - رسم جميع خطوط المناسيب (الكتور) المارة من هذه النقاط
  - ٢ - رسم قطاع طبوغرافي (بروفيل) يمر من النقطتين س ص .
  - ٣ - شرح بسيط عن طبوغرافية المنطقة .
- ملاحظة : الفاصل المنسوبي (الكتور) ١٠٠ متر.



**تمرین ۷ = ۵ رسم خطوط المناسب والقطاع الطبوغرافي**

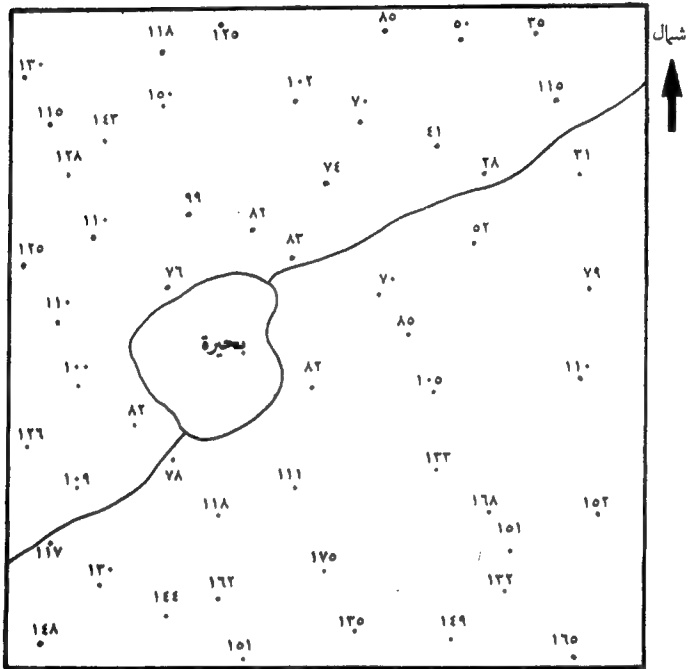


مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠

## المطلوب:

- ١ - رسم جميع خطوط المناسيب الـكـتـتـور
- ٢ - شرح بسيط عن طبوغرافية المنطقة وتأثير الانهار على مظهر خطوط المناسيب
- ٣ - رسم القطاع الطبوغرافي أ - ب

تمرين ٧ = ٦ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي



مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ م

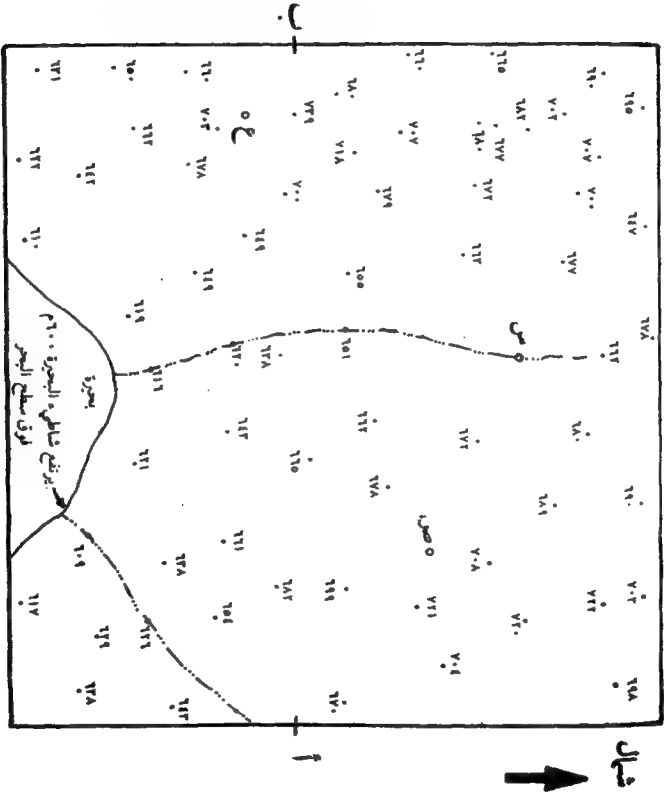
المسافة الكنتورية = ١٠ متر

المطلوب :

رسم خطوط المناسيب (الكنتور)



تمرين ٧ = ٧ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي

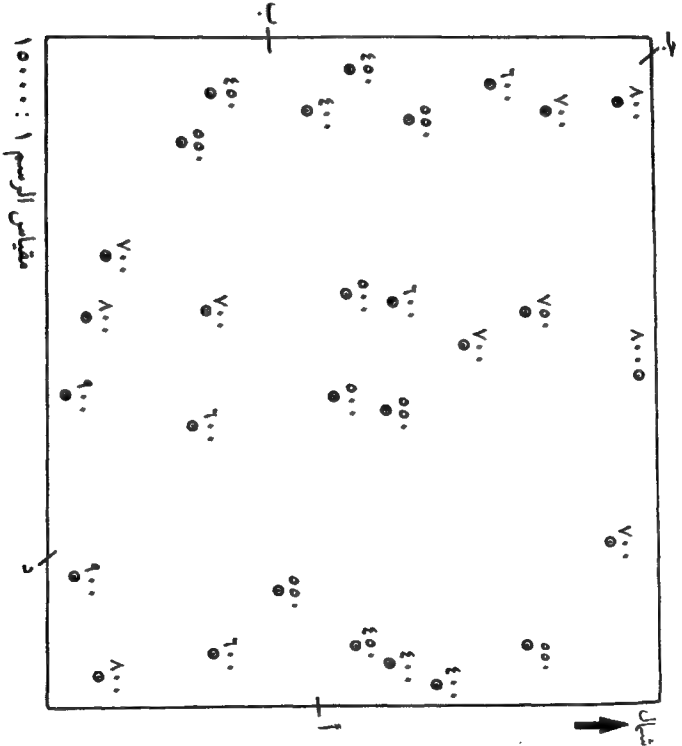


تشكل النقاط ارتفاعات سطح الأرض بالامتار فوق مستوي سطح البحر.

#### المطلوب :

- ١ - حدد ارتفاع أعلى ارتفاع وأخفض نقطة على الخارطة.
- ٢ - حدد فترة كنتورية مناسبة ثم ارسم خطوط المناسيب (الكنتور) للخارطة بناء عليها.
- ٣ - حدد ارتفاع النقاط : س ص ع.
- ٤ - ماهي العلاقة التي تربط خطوط المناسيب (الكنتور) بالاوذية من حيث الشكل !
- ٥ - ما نوع المقياس على الخارطة ! . كم يساوي اذا كان مقياسا نسبيا ! .
- ٦ - ماهو طول شاطئ البحيرة الظاهر على الخارطة !
- ٧ - ارسم قطاعاً عرضياً (بروفيل) على امتداد أ - ب

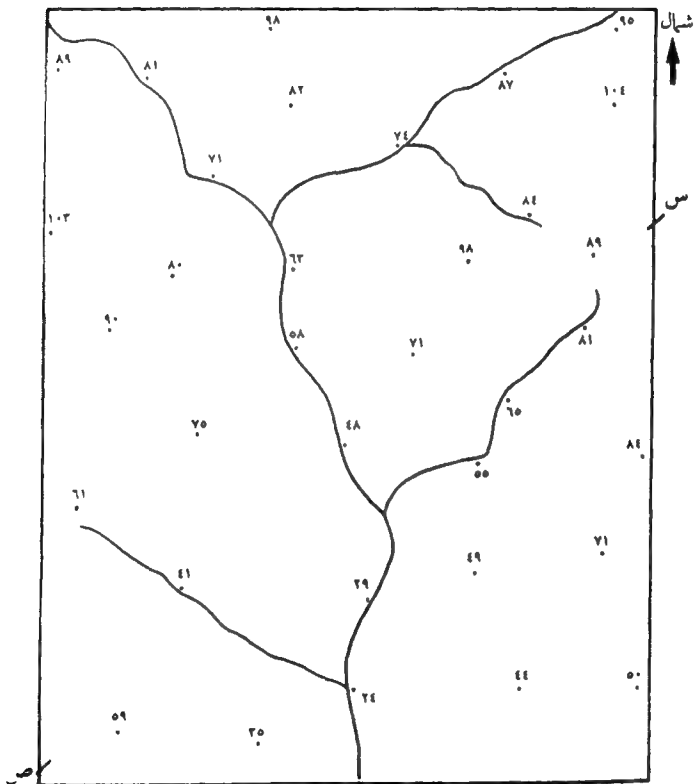
تمرين ٢ = ٨ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي



- تظهر على الخارطة النقاط ذات الارتفاعات المبينة والمطلوب :
- (١) رسم جميع خطوط المناسيب (الكتنور) الاصلية والمساعدة.
  - (٢) شرح طبوغرافية الخارطة.
  - (٣) رسم قطاعين رأسيين مارين بالنقاط أ، ب، ج، د.



## تمرين ٧ = ٩ رسم خطوط المناسيب والتضاريس الطبوغرافية

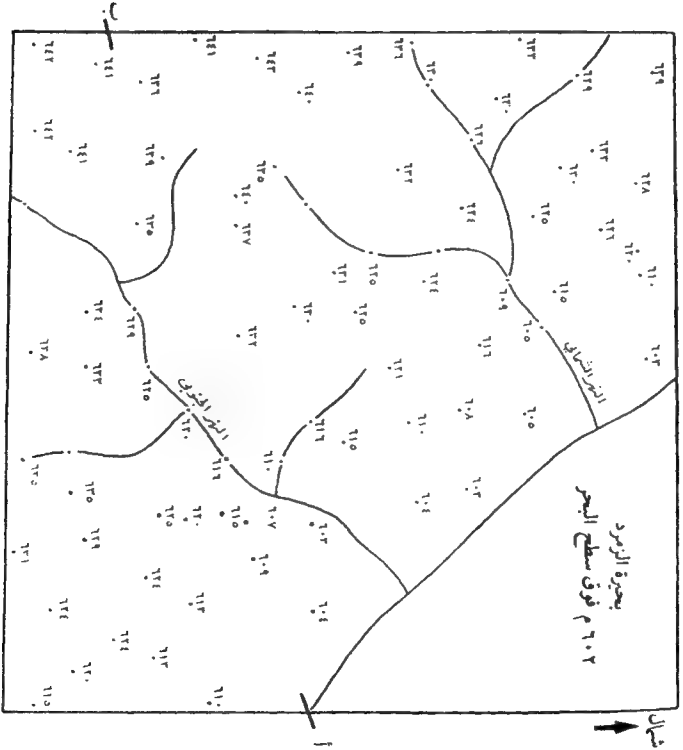


مقياس الرسم ١ سم = ١٠ متر

**المطلوب :**

- ١ - رسم خطوط المناسيب (الكتنور)
- ٢ - رسم القطاع الطبوغرافي س - ص

تمرين ٢ = ١٠ رسم خطوط المناسيب والقطاع الطبوغرافي



تظهر هذه الخارطة نشاط الارتفاع ومجاري المياه

المطلوب :

- ١ - مستعملا المسافة الكتورية ٥ أمتار. ارسم خطوط المناسب (الكتور).
- ٢ - ماهو مقياس الخارطة الكبرى . ؟
- ٣ - ارسم قطاعاً أفقياً بين النقطتين أ - ب.

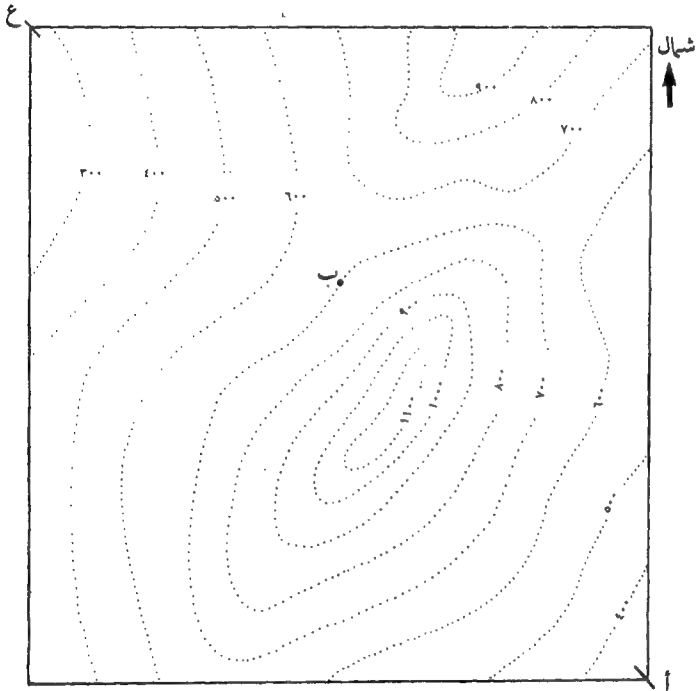
## الباب الثامن

### تمارين

- تمرين ٨ - ١ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي
- تمرين ٨ - ٢ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي
- تمرين ٨ - ٣ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي
- تمرين ٨ - ٤ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي
- تمرين ٨ - ٥ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي
- تمرين ٨ - ٦ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي
- تمرين ٨ - ٧ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي
- تمرين ٨ - ٨ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي
- تمرين ٨ - ٩ رسم مظاهر الطبقات الأفقية والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي



**تمرين ٨ = ١ رسم مظاهر الطبقات الأفقية  
والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي**

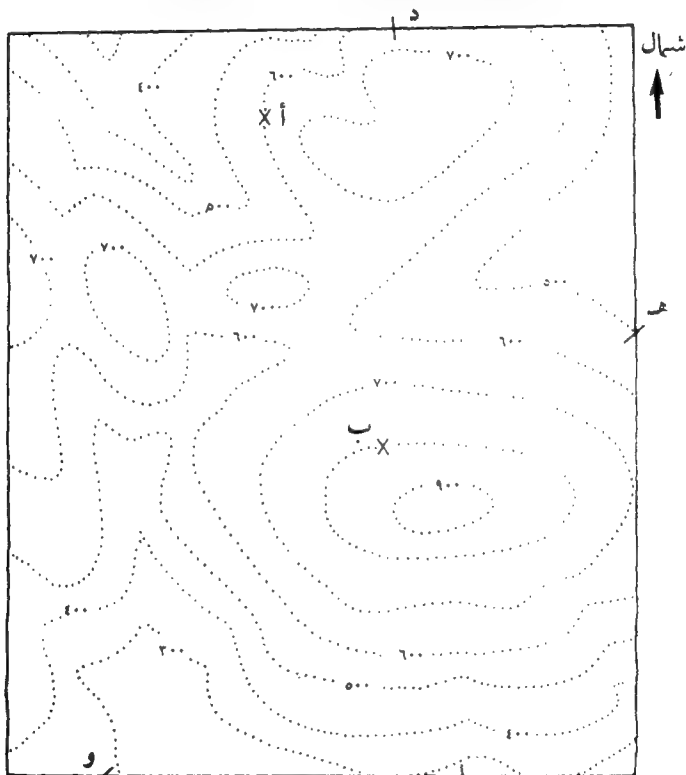


مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

- عند النقطة ب يظهر السطح السفلي لطبقة أفقية من الطُّفْل سمكها الرأسى ٢٠٠ م،  
 تعلوها طبقة من حجر جيري غير معلومة السمك، تحتها طبقة من حجر الرمل سمكها  
 الرأسى ٢٠٠ م ثم تحتها طبقة من الكونجلوميرات غير معلومة السمك والمطلوب:
- ١ - رسم ظاهر الطبقات كاملاً.
  - ٢ - رسم قطاع جيولوجي يمر بالنقطتين أ، ع.



تجربتين ٨ = ٢ رسم مظاهر للطبقات الأفقية  
والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي



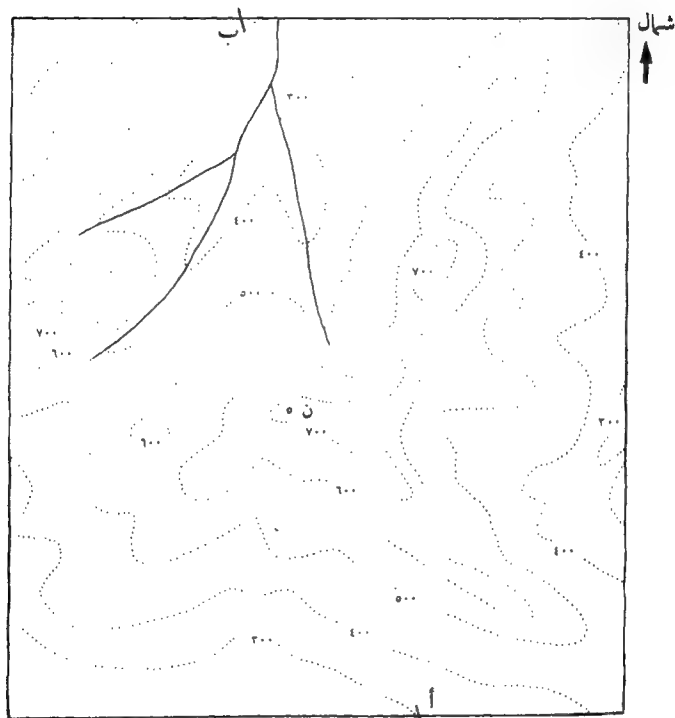
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

المسافة الكنتورية = ١٠٠ م

في النقطة أ يظهر السطح العلوي لطبقة أفقية من مجموعة طبقات من حجر جيرى سمكها ٢٠٠م، تعلوها طبقات حجر رملي سمكها ٢٠٠م ثم طفلاً غير معلوم السمك، وتحت حجر الجير طبقات من الطين سمكها ١٠٠م مرتكزة على صخر البريشيا بسمك غير معلوم. والمطلوب:

- ١ - رسم ظاهر الطبقات كاملاً.
- ٢ - رسم العامود الجيولوجي.
- ٣ - إيجاد العمق اللازم لحفره من النقطة ب حتى تصل الى السطح السفلي لطبقة الطين.
- ٤ - رسم قطاعين جيولوجيين يمران في جـ د، هـ و.

**تمرين ٢٠٨ رسم مظاهر الطبقات الأفقية  
والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي**



مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠

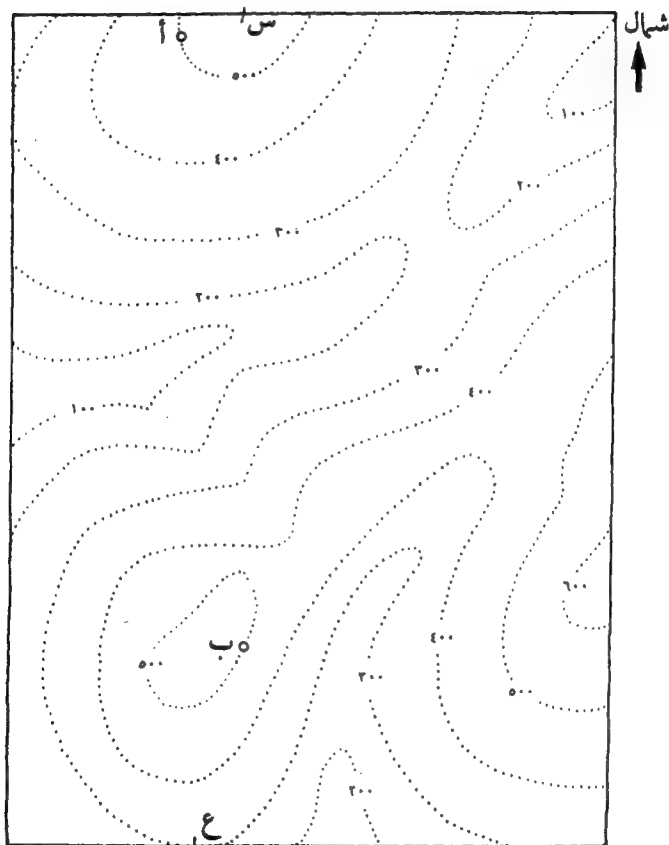
المسافة الكنتورية = ١٠٠ متر

حفرت بئر في النقطة ن على ارتفاع ٦٣٠ متراً عن سطح البحر، فمرت آلة الحفر خلال الطبقات الأفقية التالية :

حجر رمل سمكة ٣٠م، حجر جير سمكة ١٥٠م، طفّل سمكة ١٢٥م، طين سمكة ٢٥٠م والمطلوب :

- ١ - رسم ظاهر جميع الطبقات. ٣ - رسم قطاع جيولوجي يمر بالنقطتين أ، ب.
- ٢ - رسم عمود جيولوجي للخارطة. ٤ - ماهو المقياس اللفظي لهذه الخارطة.
- ٥ - ماهي المسافة بالكيلومترات بين النقطتين ن، ب.

تمرين ٨ = ٤ رسم مظاهر الطبقات الانحدارية  
والخطاط الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي

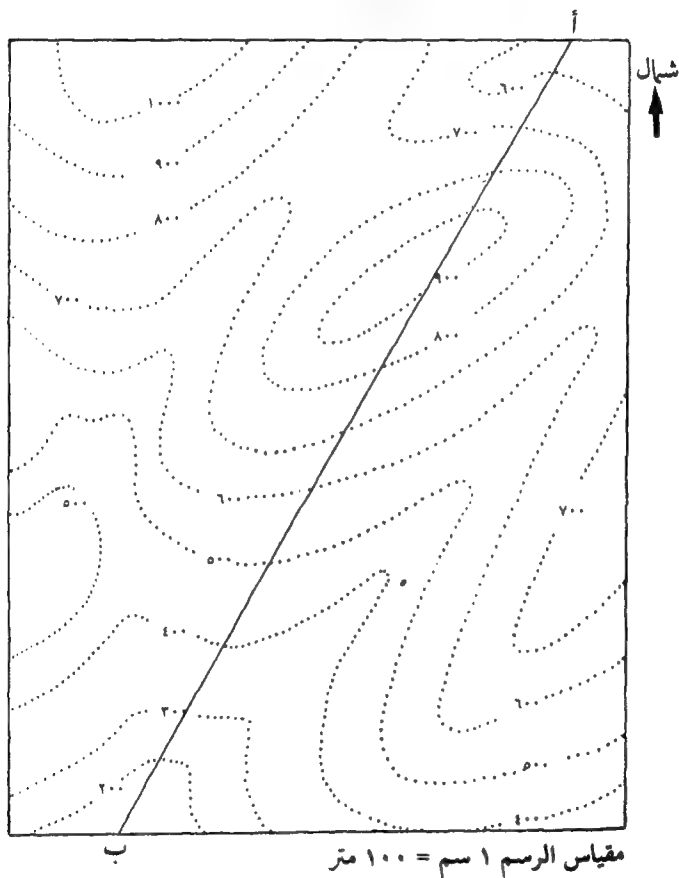


مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

عند النقطة أ يظهر الحد العلوي لطبقة من حجر الجير سمكها ٢٠٠ م، تملو هذه طبقة أخرى من حجر الطين غير معلومة السمك، وقد ترسبت طبقة الحجر الجيري فوق طبقة من حجر الرمل سمكها ١٠٠ م، وأسفل طبقة حجر الرمل توجد طبقة من الطفل غير معلومة السمك. فاذا علمنا أن جميع هذه الطبقات أفقية، فالمطلوب :

- ١ - رسم دليل جيولوجي للخارطة.
- ٢ - رسم ظاهر جميع الطبقات.
- ٣ - رسم قطاع جيولوجي يمر بالنقطتين س - ع.

تمرين ٨ = ٥ رسم مظاهر الطبقات الأفقية  
والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي



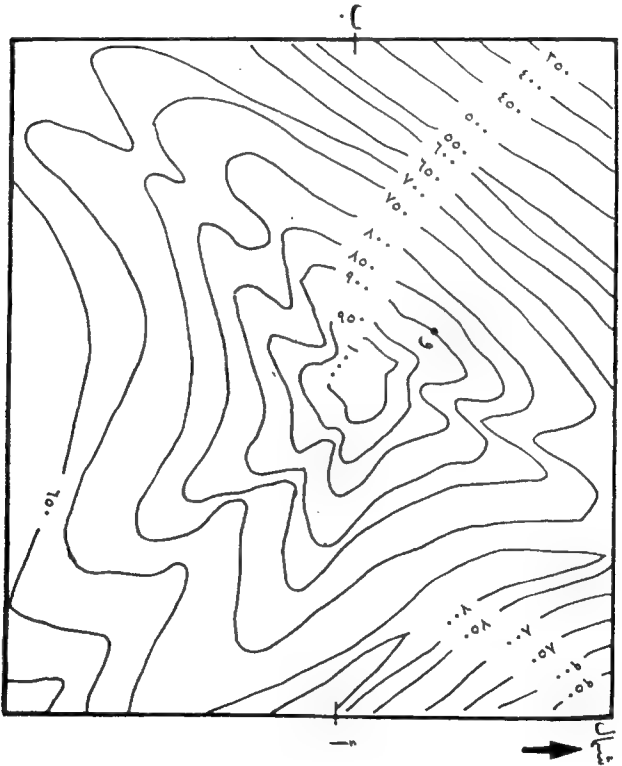
يظهر السطح السفلي لطبقة من حجر الرمل غير معلومة السمك عند ارتفاع ١٠٠٠ م ويلى هذه الطبقة التتابع الطبقي التالي :

طبقة من حجر جبرى سمكها ٢٥٠ م ، يليها طبقة من الكونجلوميرات سمكها ١٠٠ م ، يليها طبقة من الطفل غير معلومة السمك . والمطلوب :

- ١ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٢ - رسم ظاهر جميع الطبقات .
- ٣ - رسم قطاع جيولوجي أ ب مبنياً عليه تتابع الطبقات .



**تمرين ٨ = ٦ رسم مظاهر الطبقات الألفية**  
**والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي**



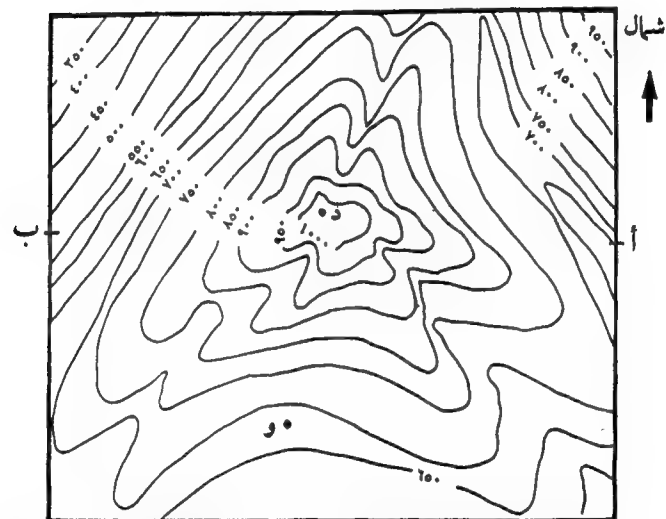
مقياس الرسم ١:١٠٠٠٠

من النقطة و يظهر السطح العلوي لطبقة من حجر الجير (أزرق) سمكها ١٥٠ م وتعلوها طبقة من الرمل (أصفر) غير معلومة السمك و أسفل طبقة الجير توجد طبقة من الطين (أخضر) سمكها ٢٠٠ م وتحتها طبقة من الكونجلوميرات (برتقالي) غير معلومة السمك.

#### والمطلوب :

- ١ - رسم ظاهر جميع الطبقات.
- ٢ - رسم دليل جيولوجي للخارطة.
- ٣ - رسم قطاع جيولوجي من أ الى ب.

تمرين ٨ = ٧ رسم مظاهر الطبقات الأفقية  
والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي



مقياس الرسم ١ : ١٠٠,٠٠٠

المسافة الكتورية = ٥٠ متر

حفرت بشر في النقطة د على إرتفاع ١٠٤٥ متر فمرت آلة الحفر خلال الطبقات الأفقية التالية: حجر جيرى سمكة ٩٥ مترا (أزرق) ثم حجر دلومايت سمكة ٨٥ مترا (بنفسجي) ثم حجر رملي سمكة ٦٥ مترا (أصفر) ثم طُفَل سمكة ١٢٥ مترا (أخضر) ثم طبقة من البريشيا سمكها ٧٥ مترا (أحمر) ثم طبقة من الكونجلوميرات يزيد سمكها على ١٠٠ م (برتقالي) والمطلوب:

- ١ - رسم مظاهر جميع الطبقات.
- ٢ - رسم دليل جيولوجي للخارطة.
- ٣ - رسم قطاع جيولوجي من أ الى ب.
- ٤ - ماهو المقياس الكسرى لهذه الخارطة.
- ٥ - ماهو أقصى عمق وصلته آلة الحفر.
- ٦ - ماهو فرق الارتفاع بين النقطتين د، و.
- ٧ - كم هي المبالغة العمودية في المقطع.
- ٨ - ماهي المسافة بالامتار بين د، و.

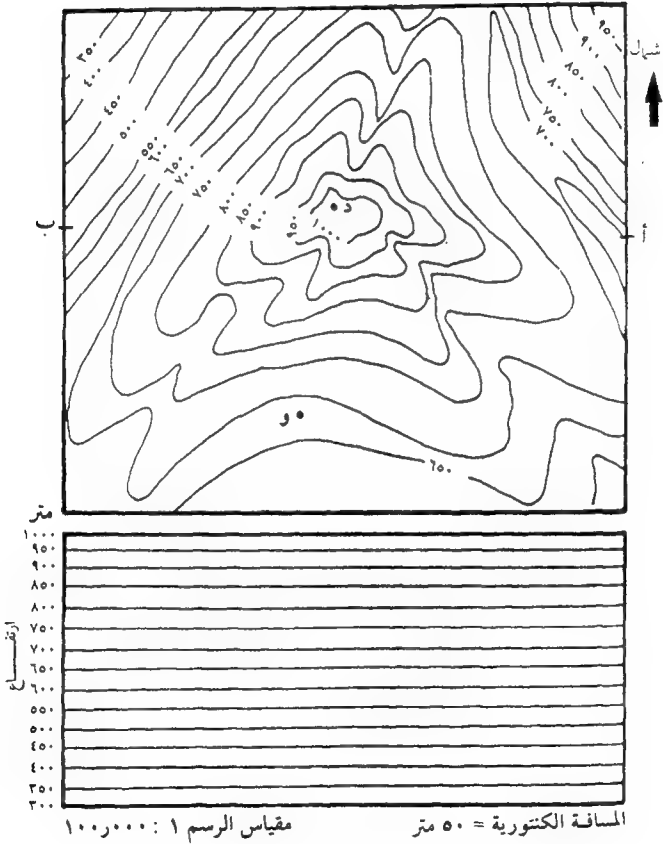


عند النقطة (أ) وجد التابع الطبقي الآتي :

طبقة من الحجر الرملي سمكها ١٧٥ م، أسفلها طبقة من الكونجلوميرات سمكها ٢٠٠ م وأسفل طبقة الكونجلوميرات توجد طبقة من الطفل غير معلومة السمك والمطلوب

- ١ - رسم دليل جيولوجي للخارطة .
- ٢ - رسم مظاهر جميع الطبقات .
- ٣ - رسم قطاع جانبي س ، ص .
- ٤ - على أي عمق توجد طبقة الطفل من النقطة ب .

تمرين ٨ = ٩ رسم مظاهر الطبقات الأفقية  
والقطاع الجيولوجي ورسم الدليل الجيولوجي



حفرت بئر في النقطة د على ارتفاع ١٠٤٥ متر فمرة آلة الحفر خلال الطبقات الافقية التالية: حجر جير سمكة ٩٥ متر (أزرق) ثم حجر دلومايت سمكة ٨٥ متر (بنفسجي) ثم حجر رمل سمكة ٦٥ متر (أصفر) ثم طُفَل سمكة ١٢٥ متر (بنّي) ثم طين سمكة ١٧٥ متر (أخضر) ثم طبقة من الراهص (البريشيا) سمكها ٧٥ متر (أحمر) ثم طبقة من الشيرت يزيد سمكها على ١٠٠ متر (برتقالي) والمطلوب:

- ١ - رسم ظاهر جميع الطبقات.
- ٢ - رسم دليل جيولوجي للخارطة.
- ٣ - رسم قطاع جيولوجي من أ الى ب.
- ٤ - ماهو العمق اللازم حفره للوصول للسطح العلوي لطبقة الشيرت.



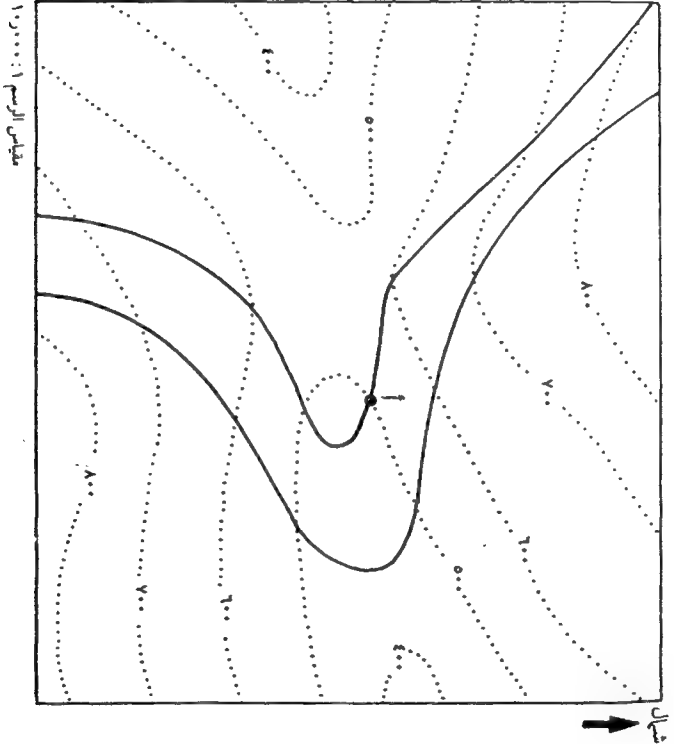
## الباب التاسع

### تمارين

- تمرين ٩ - ١ تعيين ميل الطبقات وإيجاد السمك الحقيقي
- تمرين ٩ - ٢ تعيين ميل الطبقات وإيجاد السمك الرأسي والسمك الحقيقي
- تمرين ٩ - ٣ رسم الطبقات المائلة
- تمرين ٩ - ٤ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ٥ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ٦ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ٧ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ٨ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ٩ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٠ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١١ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٢ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٣ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٤ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٥ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٦ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٧ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٨ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ١٩ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك
- تمرين ٩ - ٢٠ رسم ظاهر الطبقات والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



## تمرين ١٠٩ تعيين ميل الطبقات وإيجاد السمك الحقيقي



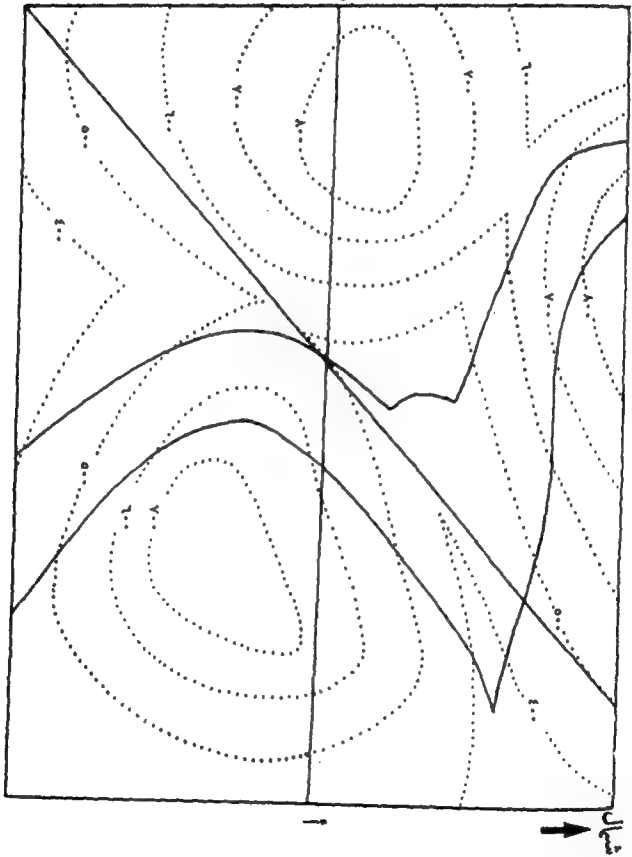
## المطلوب :

- ١ - تحديد نوع التراكيب البنائية وإيجاد العلاقة بينهما.
- ٢ - رسم القطاع الجيولوجي أ ب.

تمرين ٩ = ٢ تعيين ميل الطبقات  
وايجاد السمك الرأسى والسمك الحقيقي

٠ (

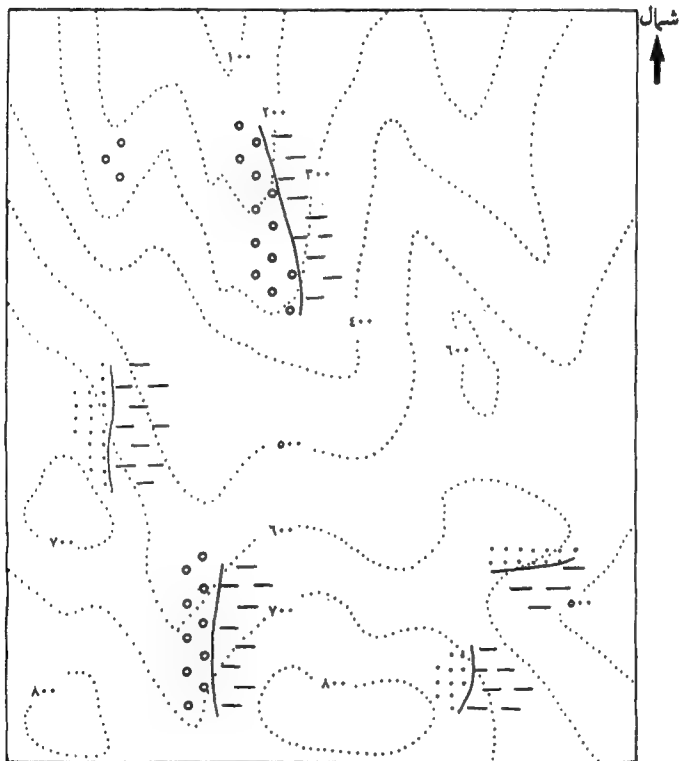
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠



في هذه الخارطة تظهر على سطح الارض طبقة من حجر الرمل والمطلوب :

- ١ - تعيين ميل هذه الطبقة اتجاهاً ومقداراً.
- ٢ - إيجاد السمك الرأسى والسمك الحقيقى .
- ٣ - رسم قطاعين جيولوجيين أ ب ، ج د

## تمرين ٩ = ٢ رسم الطبقات الجانبة

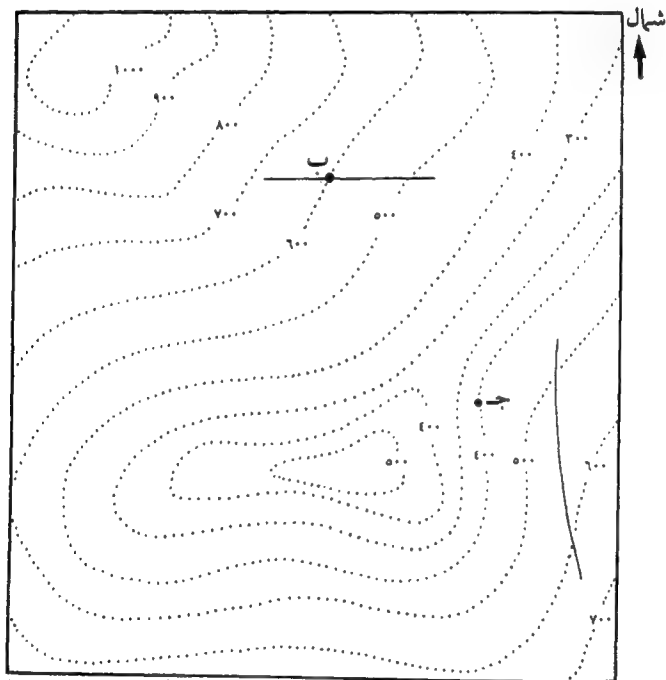


تتكشف ثلاث طبقات : كونجلوميرات، حجر رملي، وطُفْل في مناطق متفرقة من الحارطة، فإذا عملت أن الطبقات الثلاثة لها الميل نفسة اتجاهاً ومقداراً . . والمطلوب :

أكمل الحدود الجيولوجية لهذه الطبقات .



تمرين ٩ = ٤ رسم ظاهر الطبقات  
والتقاطع الجيولوجي وحساب الميل والسمك

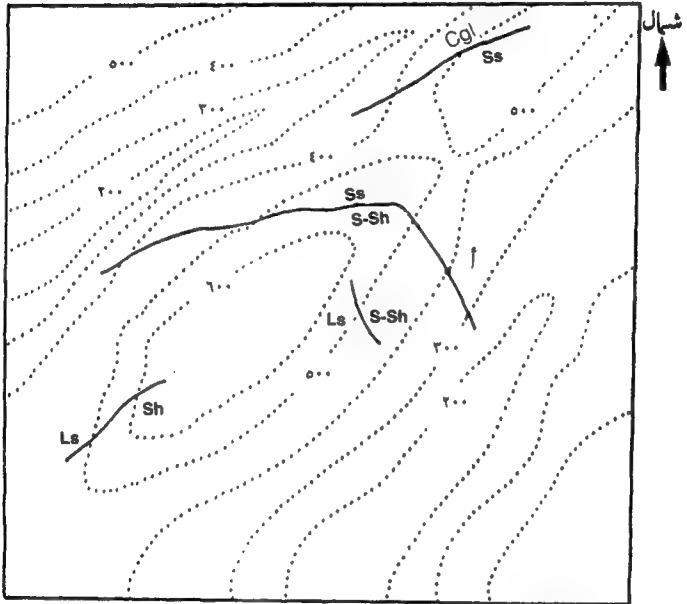


مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

يظهر على هذه الحفارة جزء من السطح العلوي لطبقة من حجر الرمل سمكها الرأسى ٢٠٠ متر وتعلو هذه الطبقة طبقة أخرى من حجر الجير سمكها الرأسى ١٠٠ متر والمطلوب:

- ١ - رسم ظاهر هاتين الطبقتين.
- ٢ - تعيين اتجاه ميل الطبقتين وقيمتيه.
- ٣ - حساب السمك الحقيقي لكل منهما.
- ٤ - رسم قطاعين جيولوجيين أحدهما يمر بالنقطة ب وينطبق على خط الامتداد (المضرب) والآخر يمر بالنقطة ج وعمودي على خط الامتداد. (المضرب).

تمرين ٩ = ٥ رسم ظاهري الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



صفر ٤٠٠ ٨٠٠ متر

الدليل

Cgl كونجلوميرات

Ss حجر رمل

S-Sh حجر الطُّفْل الرملى

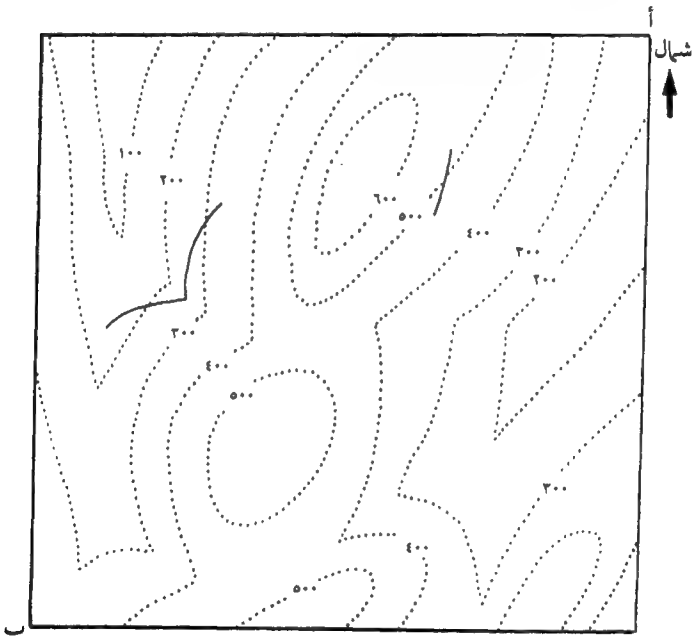
Ls حجر الجير

Sh حجر الطُّفْل

## المطلوب :

- ١ - رسم ظاهر الطبقات الخمس
- ٢ - تحديد اتجاه امتداد (مضرب) الطبقات ومقدار واتجاه زاوية الميل .
- ٣ - رسم القطاع الجيولوجي الذي يمر بنقطة أ وفي اتجاه الميل .

**تمرين ٦-٩ رسم ظاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي ومساب الخيل والسكة**

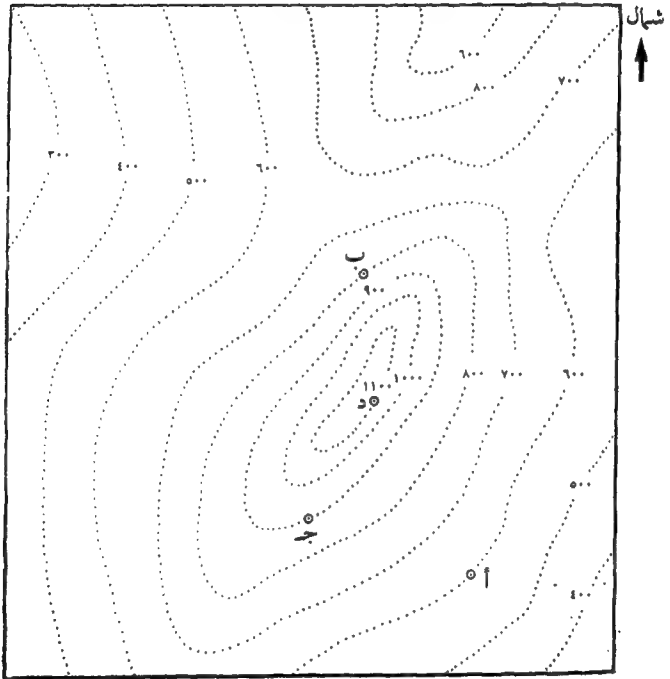


مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

يظهر على هذه الخارطة جزء من السطح السفلي لطبقة حجر الرمل سمكها الرأسى ١٠٠ م وتحتها طبقة من حجر الجير سمكها الرأسى ١٠٠ م وتحت الجميع طبقة من الطفل غير معلومة السمك . كما يعلو الجميع طبقة من الكونجلوميرات غير معلومة السمك والمطلوب :

- ١ - رسم خطوط الامتداد (المضرب) وتحديد اتجاه ومقدار زاوية الميل .
- ٢ - رسم ظاهر جميع الطبقات .
- ٣ - رسم القطاع الجيولوجي .

تمرين ٩ = ٧ رسم ظاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



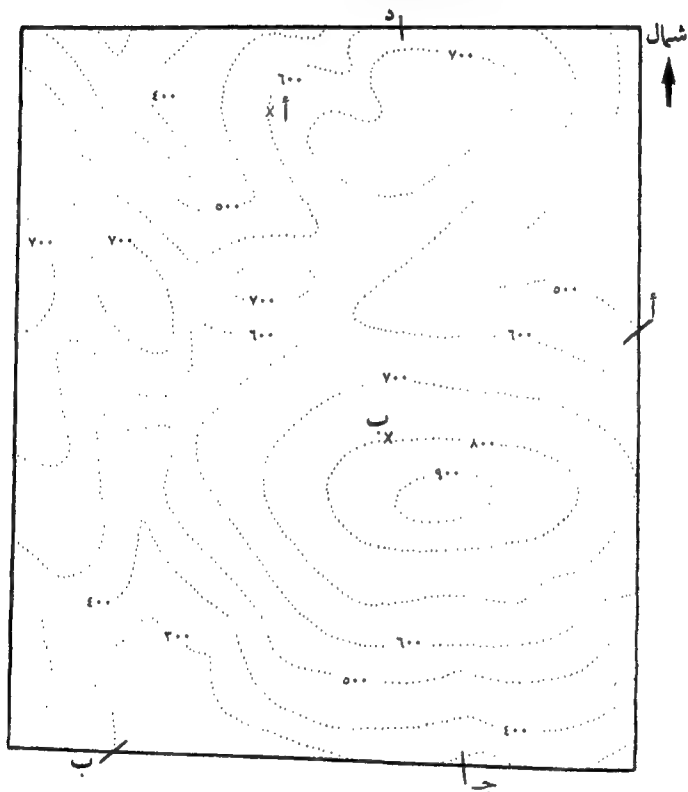
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

عند النقاط أ، ب، ج يظهر السطح العلوي لطبقة من حجر الرمل سمكها الرأسي ٢٠٠ م والمطلوب :

- ١ - رسم ظاهر الطبقة كاملاً . ٢ - تعيين قيمة الميل واتجاهه .
- ٣ - رسم قطاعين جيولوجيين يمران بالنقطة د حيث ينطبق أحدهما على خط الامتداد ويكون الآخر عمودي على خطوط الامتداد . (والمضارب) .
- ٤ - إيجاد السمك الحقيقي للطبقة .



تمرين ٩ = ٨ رسم ظاهري الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسك



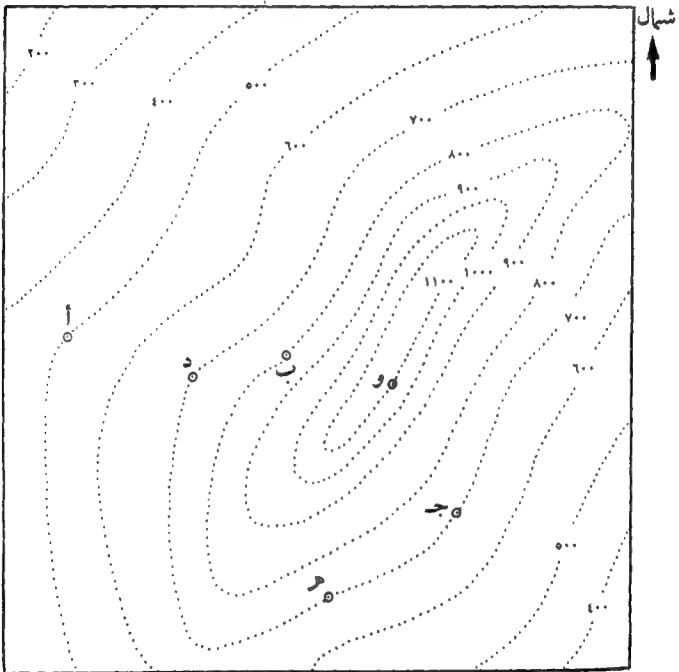
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

المسافة الكنتورية = ١٠٠ متر

في النقطة أ يظهر السطح العلوي لطبقة أفقية من الحجر الجيري سمكها ٢٠٠ متر، تعلوها طبقة من حجر الرمل سمكها ٢٠٠ متر فطبقة من الطفل غير معلومة السمك . وأسفل حجر الجير توجد طبقة من الطين سمكها ١٠٠ متر مرتكزة على طبقة من الراهص (البريشيا) غير معلومة السمك والمطلوب :

- ١ - رسم ظاهر الطبقات كاملا .
- ٢ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٣ - ايجاد العمق اللازم حفره من النقطة ب حتى نصل الى السطح السفلي لطبقة الطين .
- ٤ - رسم القطاعين الجيولوجيين أ ب ، ج د .

تمرين ٩ - ٩ رسم ظاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك

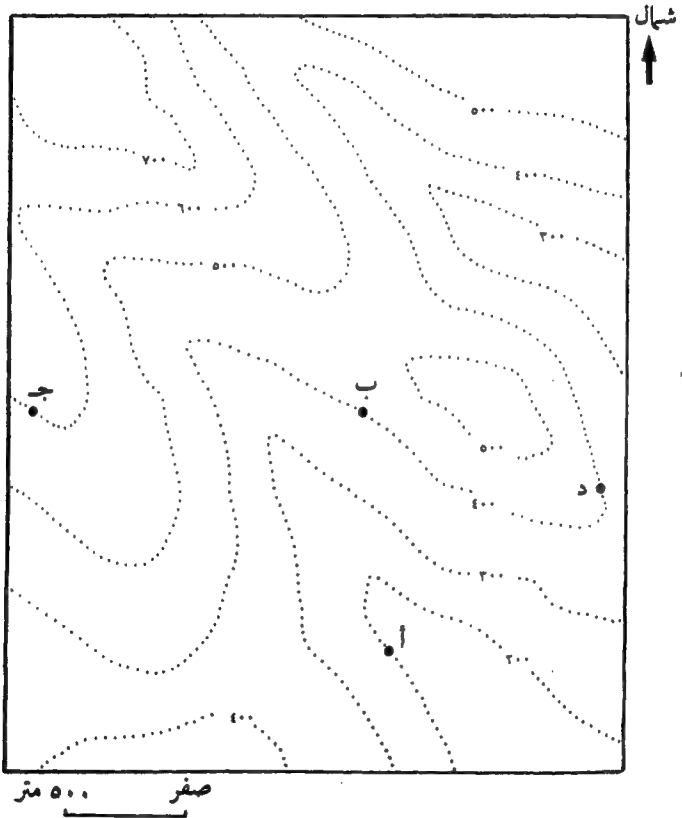


مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠

أ، ب، جـ ثلاث نقاط من ظاهر السطح العلوي لطبقة من حجر الرمل سمكها الرأسى ١٠٠م تعلوها طبقة من الطين يظهر سطحها العلوي في النقطة د، وإذا علمت أن هذه الطبقات الثلاث ماثلة ومتوازية فالمطلوب:

- ١ - رسم ظاهر الطبقات الثلاث.
- ٢ - حساب الميل قيمة واتجهاً.
- ٣ - حساب السمك الحقيقي للطبقات الثلاث.
- ٤ - رسم قطاعين جيولوجيين يمران من النقطة و، أحدهما منطبق على خط الامتداد (المضرب) والآخر ينطبق على اتجاه الميل.

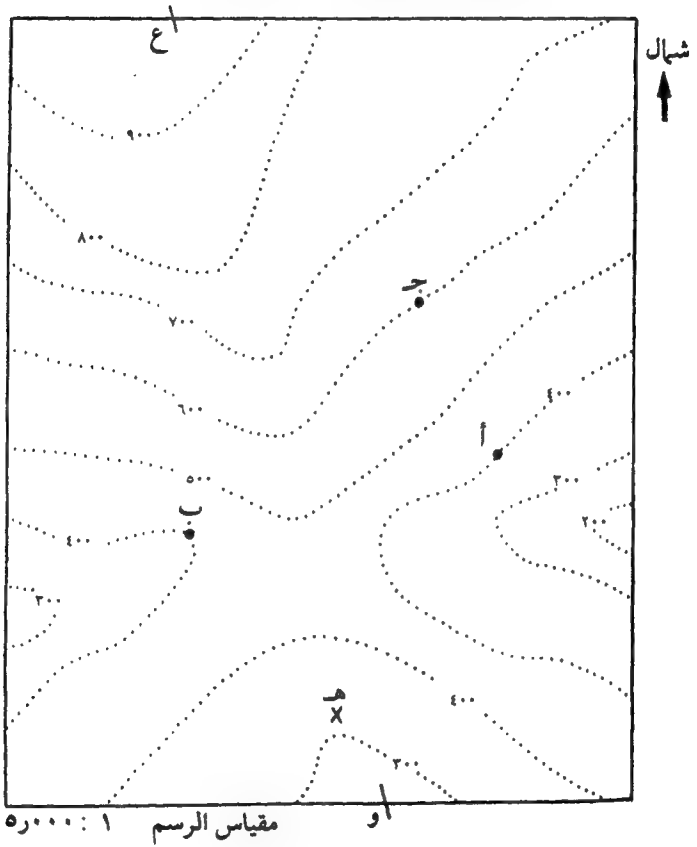
تمرين ٩ = ١٠ رسم ظاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وهضب الميل والسمك



## المطلوب :

- ١ - استتج الميل والامتداد (المضرب) لطبقة رقيقة من الفحم تنكشف في النقاط أ، ب، جـ
- ٢ - على أي عمق يمكن اختراق طبقة الفحم الرقيقة في بئر محفورة في النقطة د.
- ٣ - أكمل مكاشف طبقة الفحم .
- ٤ - هل بالامكان لطبقة أخرى من الفحم، تقع أسفلها بحوالي ٢٠٠ م، أن تنكشف ضمن مساحة الحارطة.

**تمرين ٩ = ١١ رسم قاهر الطبقات**  
**والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك**

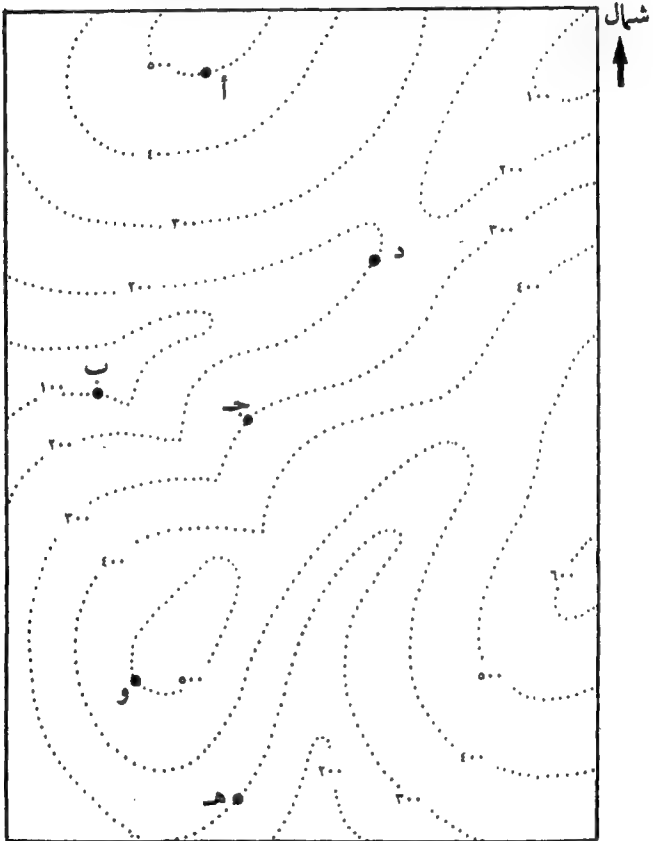


عند النقاط أ، ب، ج يظهر السطح السفلي لطبقة من حجر الرمل سمكها الرأس ١٠٠ متر وتعلوها طبقة من حجر الجير غير معلومة السمك وتحت الجميع طبقة من الطُفْل غير معلومة السمك. والمطلوب:

- ١ - رسم مكاشف الطبقات.
- ٢ - حساب قيمة واتجاه الميل.
- ٣ - إيجاد العمق اللازم حَفْرُهُ في النقطة هـ للوصول للسطح العلوي لطبقة حجر الرمل.
- ٤ - رسم القطاع الجيولوجي ع و.



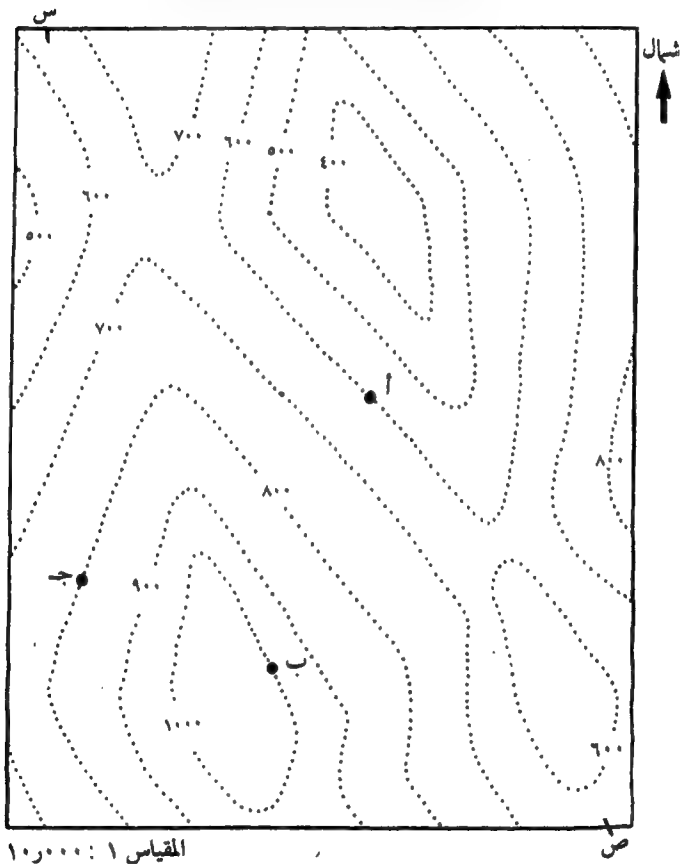
تمرين ٩-١٢ رسم ظاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



يظهر السطح العلوي لطبقة حجر الرمل في النقاط أ، ب، ج سمكها ١٠٠ متر  
 وأسفل طبقة حجر الرمل طبقة من حجر الجير يظهر سطحها السفلي في النقطة د وتعلو  
 طبقة حجر الرمل طبقة من الطُّفْل يظهر سطحها العلوي في النقطة هـ.  
 والمطلوب :

- ١ - رسم مكشف جميع الطبقات.
- ٢ - حساب قيمة واتجاه الميل
- ٣ - حساب السمك الحقيقي لجميع الطبقات.
- ٤ - رسم القطاع الجيولوجي في اتجاه الميل ويمر بالنقطة و .

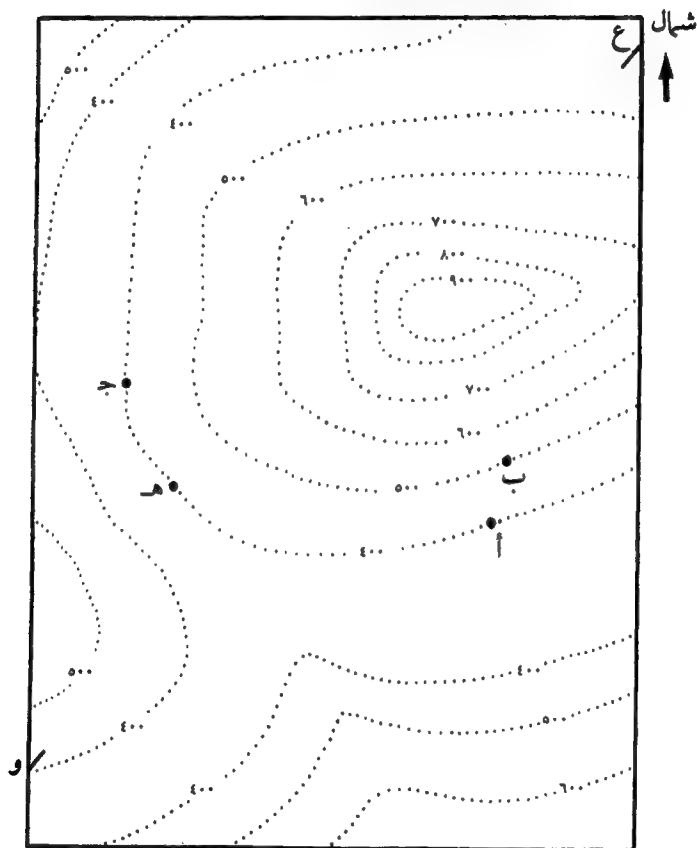
تمرين ٩ = ١٣ رسم قاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



عند التقاط أ، ب، جـ يظهر السطح العلوي لطبقة مائلة من حجر الجير سمكها الرأسى ١٠٠ متر وترتكز هذه الطبقة على طبقة من المارل سمكها الرأسى ١٠٠ متر وفوقها طبقة من حجر الرمل سمكها الرأسى ٢٠٠ متر. والمطلوب:

- (١) رسم ظاهر جميع الطبقات
- (٢) حساب مقدار واتجاه ميل الطبقات.
- (٣) حساب السمك الحقيقي لجميع الطبقات.
- (٤) رسم القطاع الجيولوجى ص - ص.

تمرين ٩ = ١٤ رسم قاهر للطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك

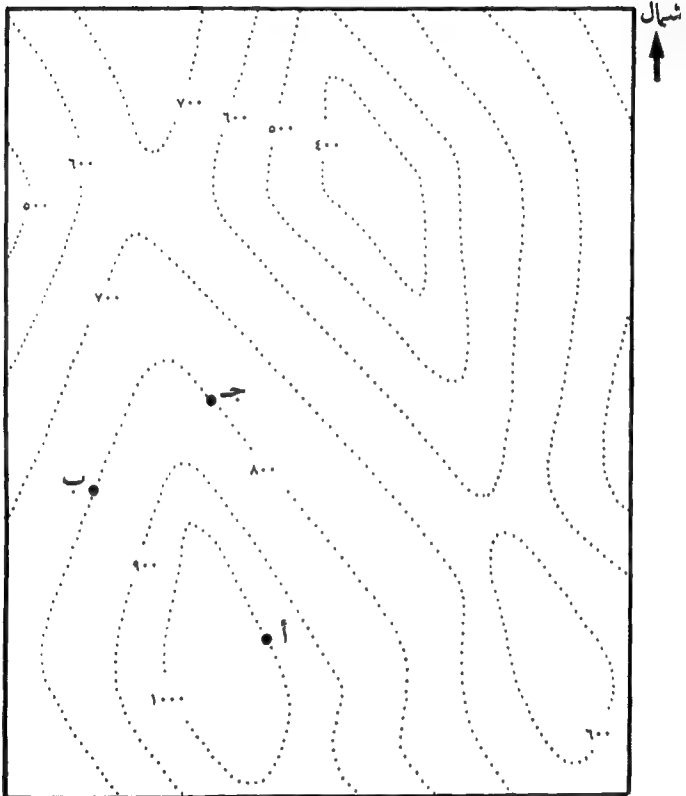


مقياس الرسم ١:٢٠٠٠٠٠

يظهر السطح السفلي لطبقة الطُّفْل عند النقاط أ، ب - وعند نقطة ج - يظهر السطح العلوي لنفس الطبقة على عمق ١٠٠ متر والسّمك الرأسي لهذه الطبقة ١٠٠ م وتعلو طبقة الطُّفْل طبقة من حجر الجير سمكها ١٠٠ م وتحتها طبقة من حجر الرمل سمكها ١٠٠ م وتعلو الجميع طبقة من الطين غير معلومة السمك وتحت الجميع طبقة من الكونجلوميرات غير معلومة السمك. والمطلوب:

- ١ - رسم مكاشف جميع الطبقات.
- ٢ - حساب مقدار واتجاه الميل
- ٣ - حساب السمك الحقيقي لطبقة الطُّفْل
- ٤ - إيجاد العمق اللازم حَفْرُهُ في النقطة هـ للوصول الى السطح العلوي لحجر الرمل.
- ٥ - رسم القطاع الجيولوجي ع و.

تمرين ٩ = ١٥ رسم ظاهري للطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



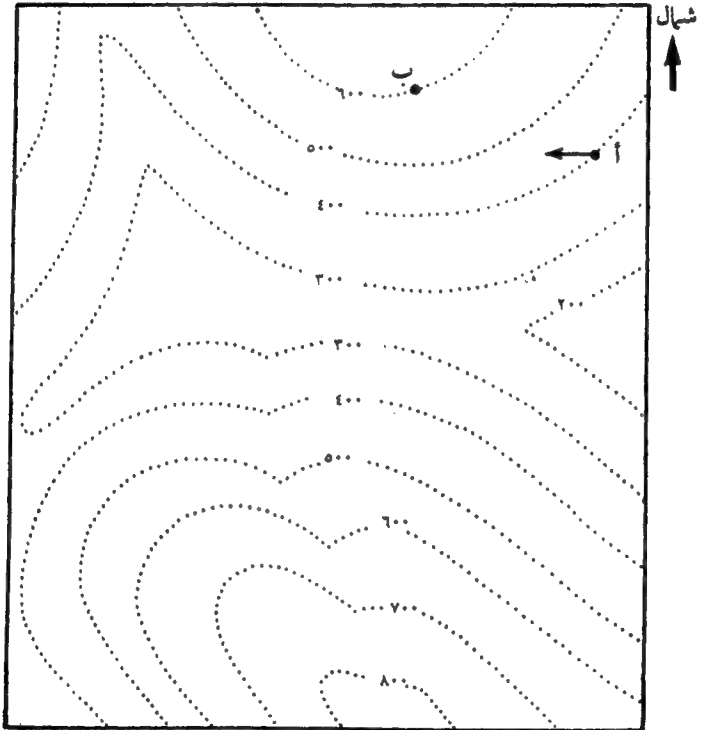
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠

عند النقطة أ يظهر السطح العلوي لطبقة مائلة من حجر الجير سمكها الرأسى ١٠٠م، ويقع نفس السطح على عمق ١٠٠م في البئر ب و ٢٠٠م في البئر جـ وترتكز هذه الطبقة على طبقة من المارل سمكها الرأسى ١٠٠م، وفوقها طبقة من الرمل سمكها الرأسى ١٠٠م والمطلوب:

- ١ - رسم ظاهر جميع الطبقات.
- ٢ - حساب مقدار واتجاه ميل الطبقات.
- ٣ - حساب السمك الحقيقي لجميع الطبقات.
- ٤ - رسم قطاعاً جيولوجياً يمر بالنقطة أ عمودياً على خطوط الامتداد (المضرب) وآخر يمر بالنقطة ب وينطبق على خط الامتداد (المضرب).



تمرين ٩ = ١٦ رسم ظاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



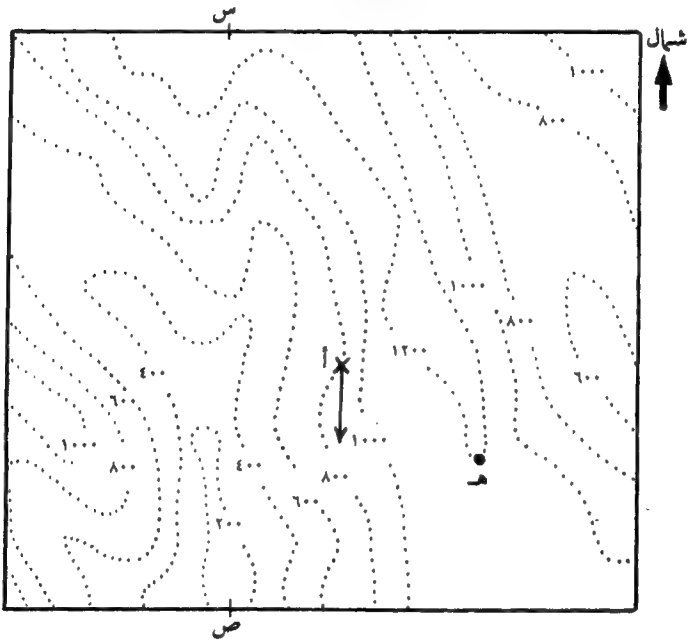
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

عند النقطة أ يظهر السطح السفلي لطبقة ماثلة من الطُّفْل سمكها الرأسى ٢٠٠م  
يميل بزاوية مقدارها ٢٧° في اتجاه السهم، وهذه الطبقة مرتكزة على طبقة من حجر  
الرمل وتعلو طبقة الطُّفْل طبقة من حجر الجير سمكها الرأسى ١٠٠م، ثم طبقة من  
الكونجلوميرات غير معلومة السمك. علما بأن هذه الطبقات متوازية.

والمطلوب :

- ١ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٢ - رسم ظاهر جميع الطبقات .
- ٣ - إيجاد العمق اللازم حَفْرُهُ من نقطة ب للوصول الى السطح السفلي لطبقة  
الطُّفْل .
- ٤ - رسم قطاعين جيولوجيين يمران بالنقطة أ أحدهما ينطبق على خط الامتداد  
(المضرب) والاخر يتعامد على خط الامتداد (المضرب) .

تمرين ٩ = ١٧ رسم قاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



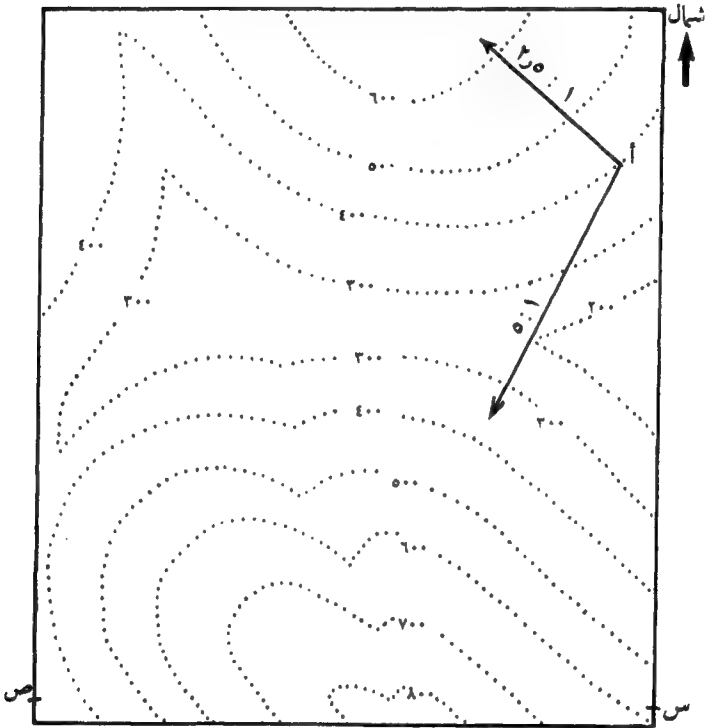
مقياس الرسم ١ : ٢٠٠٠٠

يظهر السطح السفلي لطبقة حجر الجير عند النقطة أ وميلها ٢٧° في الاتجاه الموضح وسمكها ٢٠٠م وتعلوها طبقة من الطُّفْل سمكها ١٠٠م وتحتها طبقة من حجر الرمل غير معلومة السمك.

والمطلوب :

- ١ - رسم مكاشف الطبقات .
- ٢ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٣ - إيجاد العمق اللازم حَفْرُهُ عند النقطة هـ للوصول الى السطح السفلي لطبقة حجر الجير:
- ٤ - رسم القطاع الجيولوجي س ص .

تمرين ٩ = ١٨ رسم ظاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسك



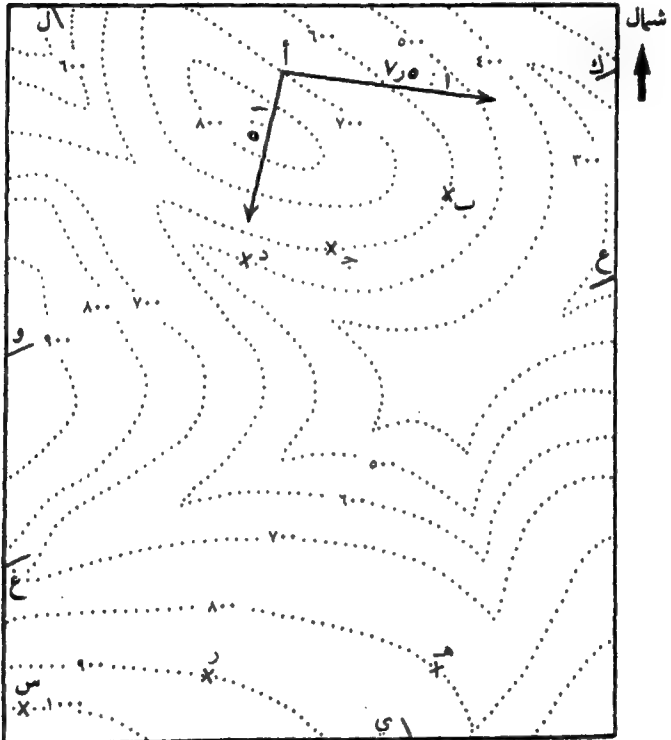
مقياس الرسم اسم = ١٠٠ متر

يظهر السطح السفلي لطبقة حجر الرمل في النقطة أ ويميل السطح بميلين ظاهريين مبينين على الخارطة وسمك هذه الطبقة ٢٠٠م تعلوها طبقة من الطُّفل سمكها ١٠٠م وتعلو طبقة الطُّفل طبقة من حجر الجير غير معلومة السمك وتحت الجميع طبقة من الكونجلوميرات غير معلومة السمك .

والمطلوب :

- ١ - رسم مكشف جميع الطبقات .
- ٢ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٣ - حساب مقدار واتجاه الميل الحقيقي .
- ٤ - حساب السمك الحقيقي لجميع الطبقات .
- ٥ - رسم القطاع الجيولوجي س س .

**تمرين ٩ - ١٩ رسم ظاهر الطبقت**  
**والقطاع الجيولوجي وحلب الميل والسك**



مقياس الرسم ١ : ٢٥٠٠٠

عند النقطة أ يظهر السطح العلوي لطبقة من الطُّفْل سمكها ١٠٠م سجل لها ميلان ظاهريان مبينان على الخارطة وأسفلها توجد طبقة من حجر الرمل يظهر سطحها العلوي عند النقاط ب، جـ، د، س وسمك طبقة حجر الرمل ٢٠٠م، وأسفل الجميع طبقة من الطين غير معلومة السمك.

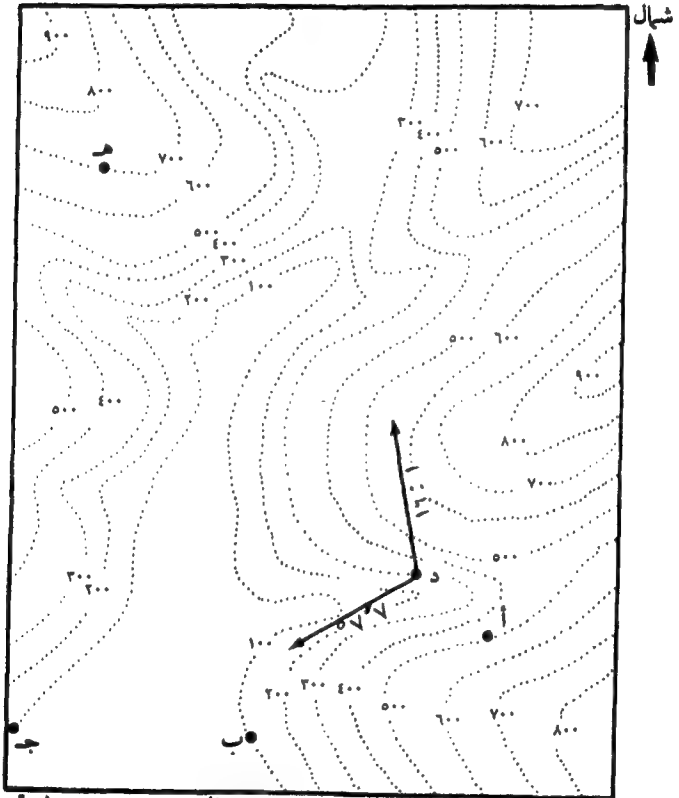
إذا كان ع - غ يمثل محور طية مقعرة متماثلة.

**فالمطلوب :**

- ١ - رسم مكاشف جميع الطبقات.
- ٢ - حساب زاوية الميل الحقيقي.
- ٣ - رسم القطاع الجيولوجي ي - ي.
- ٤ - حساب العمق اللازم حَفْرُهُ عند النقطة هـ للوصول إلى كل من الطبقات.



تمرين ٩ = ٢٠ رسم ظاهر الطبقات  
والقطاع الجيولوجي وحساب الميل والسمك



مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر

أ، ب، جـ ثلاث نقاط يظهر عندها السطح السفلي لطبقة من الكونجلوميرات تحتها طبقة من الطُّفْل سمكها ٢٠٠ متر. وتحتها طبقة من حجر الرمل سمكها ٣٠٠ متر وأسفل الجميع توجد طبقة من الطين غير معلومة السمك.  
عند النقطة د يظهر السطح العلوي لطبقة حجر الجير مسجل لها ميلان ظاهريان مبينان على الخارطة. والمطلوب:

- ١ - رسم مكاشف جميع الطبقات.
- ٢ - حساب قيمة واتجاه زوايا الميل.
- ٣ - حساب العمق اللازم حَفْرُهُ عند النقطة هـ للوصول الى السطح العلوي لطبقة

## الباب المباشر

### تمارين

- تمرين ١٠ - ١ رسم القطاع الجيولوجي للطيات
- تمرين ١٠ - ٢ رسم القطاع الجيولوجي للطيات
- تمرين ١٠ - ٣ رسم خارطة جيولوجية للطيات من قطاع جيولوجي
- تمرين ١٠ - ٤ رسم خارطة جيولوجية للطيات من قطاع جيولوجي
- تمرين ١٠ - ٥ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ٦ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ٧ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ٨ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ٩ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ١٠ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ١١ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ١٢ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ١٣ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ١٤ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١٠ - ١٥ رسم الطبقات على الجسم وتحديد نوع الصدع
- تمرين ١٠ - ١٦ رسم الطبقات على الجسم وتحديد نوع الصدع
- تمرين ١٠ - ١٧ رسم الخارطة الجيولوجية لطبقات مطوية متصدعة
- تمرين ١٠ - ١٨ رسم الخارطة الجيولوجية لطبقات متصدعة
- تمرين ١٠ - ١٩ رسم الخارطة الجيولوجية لطبقات متصدعة
- تمرين ١٠ - ٢٠ رسم القطاع الجيولوجي لطبقات مائلة متصدعة
- تمرين ١٠ - ٢١ رسم القطاع الجيولوجي لطبقات مائلة متصدعة

تمرين ١٠ - ٢٢ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مائلة متصدعة

تمرين ١٠ - ٢٣ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مائلة متصدعة

تمرين ١٠ - ٢٤ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مطوية متصدعة ورسم قطاع جيولوجي

تمرين ١٠ - ٢٥ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مطوية متصدعة ورسم قطاع جيولوجي

تمرين ١٠ - ٢٦ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مطوية متصدعة

تمرين ١٠ - ٢٧ رسم خطوط الامتداد (المضرب) وتحديد نوع الصدع

تمرين ١٠ - ٢٨ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مطوية متصدعة

تمرين ١٠ - ٢٩ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مطوية متصدعة

تمرين ١٠ - ٣٠ رسم خارطة جيولوجية لطبقات متصدعة

تمرين ١٠ - ٣١ رسم خطوط الامتداد (المضرب) وحساب الميل ورسم القطاع الجيولوجي

تمرين ١٠ - ٣٢ رسم خطوط الامتداد (المضرب) وحساب الميل ورسم القطاع الجيولوجي

تمرين ١٠ - ٣٣ رسم خطوط الامتداد (المضرب) وحساب الميل ورسم القطاع الجيولوجي

تمرين ١٠ - ٣٤ تحديد نوع التراكيب البنائية والعلاقة بينهما

تمرين ١٠ - ٣٥ تحديد نوع التراكيب البنائية والعلاقة بينهما

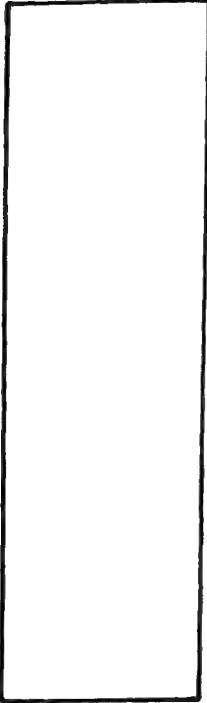
تمرين ١٠ - ٣٦ تحديد نوع التراكيب البنائية والعلاقة بينهما

تمرين ١٠ - ٣٧ تحديد نوع التراكيب البنائية والعلاقة بينهما

تمرين ١٠ - ٣٨ تحديد نوع التراكيب البنائية والعلاقة بينهما

## تمرين ١٠=١ رسم القطاع الجيولوجي للطيات

(١)



→

(٢)

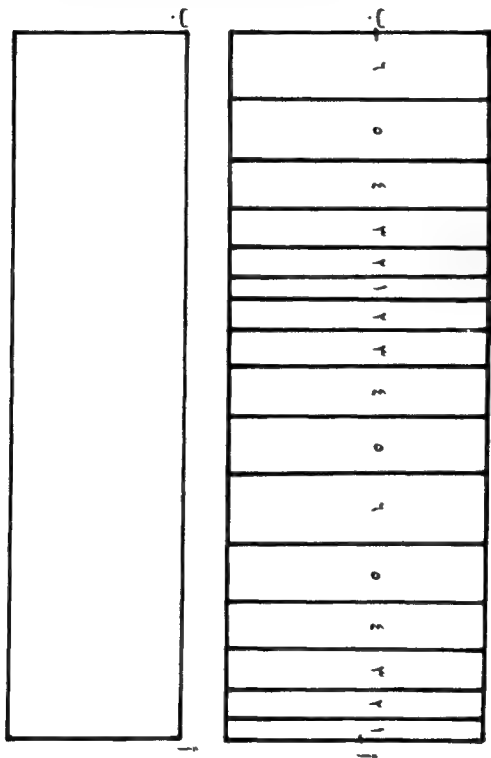
	١
	٢
	٣
	٤
	٥
	١
	٥
	٣
	٢
	١
	١
	١
	٢
	٢
	١
	١

→

المطلوب :

- ١ - رسم القطاع الجيولوجي أ ب
- ٢ - حدد نوع الصدع

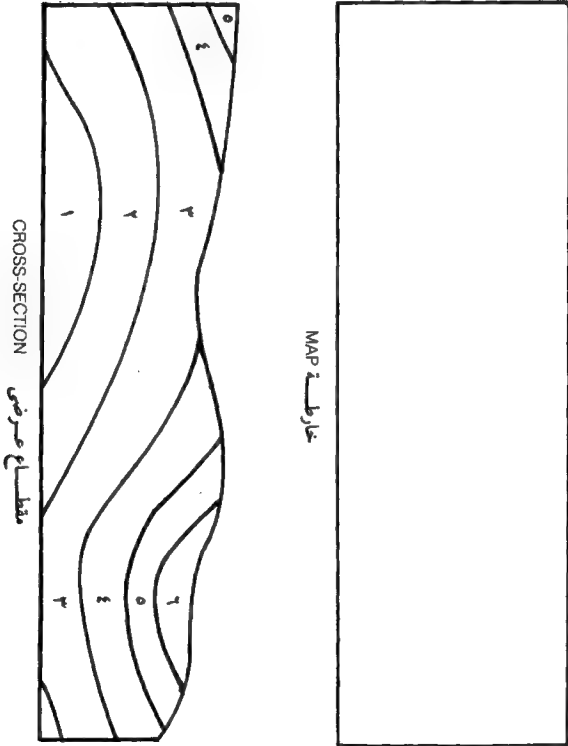
تمرين ١٠ = ٢ رسم القطاع الجيولوجي للطبقات



المطلوب :

- ١ - رسم القطاع الجيولوجي أ ب
- ٢ - حدد نوع الطبقة

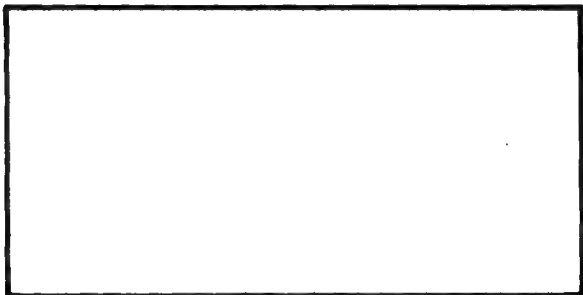
## تمرين ١٠=٣ رسم خارطة جيولوجية للطبقات من قطاع جيولوجي



المطلوب :

ارسم خارطة جيولوجية في القطاع العرضي مبينا الامتداد (المضرب) واتجاه زوايا الميل والمستويات المحورية للطبقات.

# تمرين ١٠ = ٤ رسم خارطة جيولوجية للطيات من قطاع جيولوجي

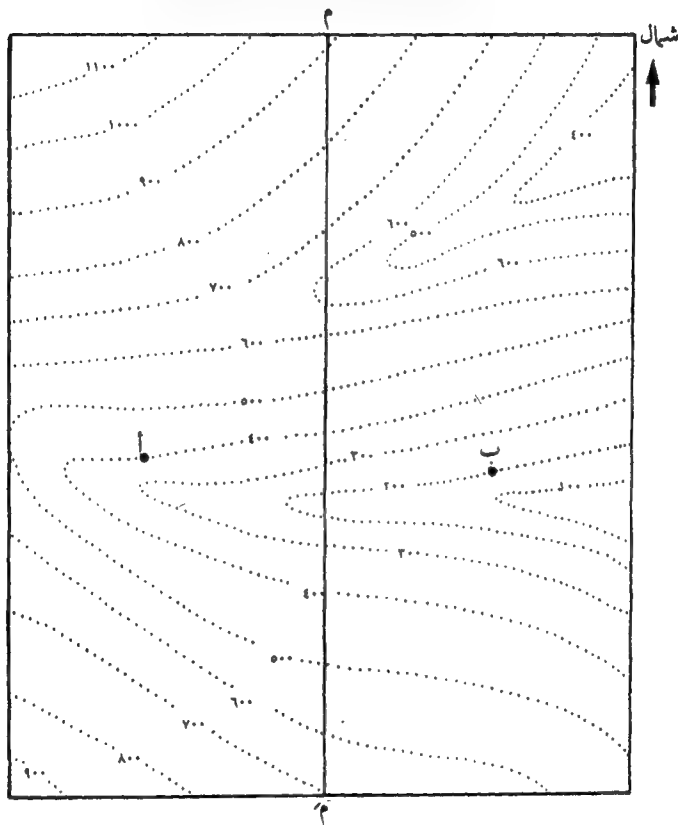


المطلوب :

- ١ - ارسم الخارطة الجيولوجية.
- ٢ - تحديد اتجاه ميل الطبقات.
- ٣ - تحديد محور الطيات.
- ٤ - تحديد نوع الطيات.



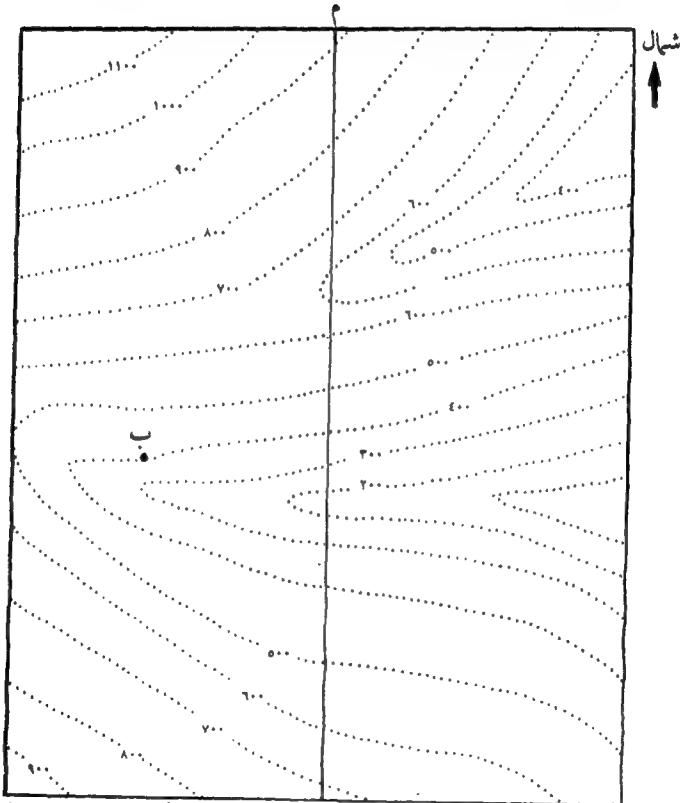
تمرين ٥-١٠ رسم خارطة جيولوجية  
للطبقات المغطاة ورسم القطاع الجيولوجي



مقياس الرسم ١: ١٠٠٠٠

- طبقة من حجر الجير سمكها الراسي ٢٠٠ متر، طويت بشكل طية مقعرة على جانبي المحور م م وقد ظهر سطحها العلوي في النقطة أ بميل مقدارة ٤٥° والمطلوب:
- ١ - رسم ظاهر سطح الطبقة على جانبي المحور..
  - ٢ - رسم قطاع جيولوجي يمر من النقطة ب وعموديا على محور الطية.

تمرين ٦=١٠ رسم خارطة جيولوجية  
للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي

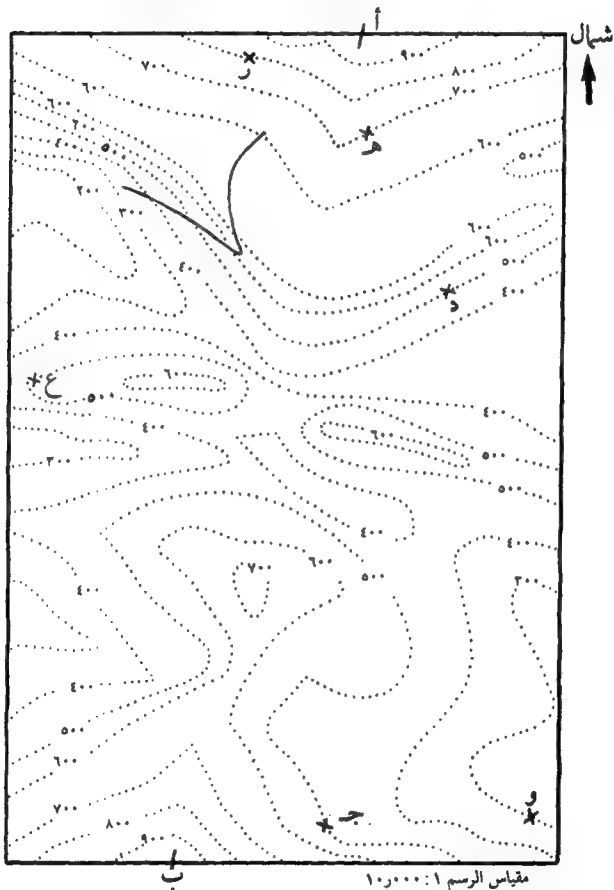


مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

طبقة من حجر الرمل سمكها الراسي ١٠٠م، طويت بشكل طية محدبة تساوى الميل على جانبي المحور م م وقد ظهر سطحها العلوي في النقطة ب بميل مقدارة ٤٥° موضح على الخارطة والمطلوب:

- ١ - رسم ظاهر سطحي الطبقة على جانبي المحور.
- ٢ - رسم قطاع جيولوجي يمر من النقطة ب وعموديا على محور الطية.

تمرين ١٠=٧ رسم خارطة جيولوجية  
للطبقات المتوية ورسم القطاع الجيولوجي

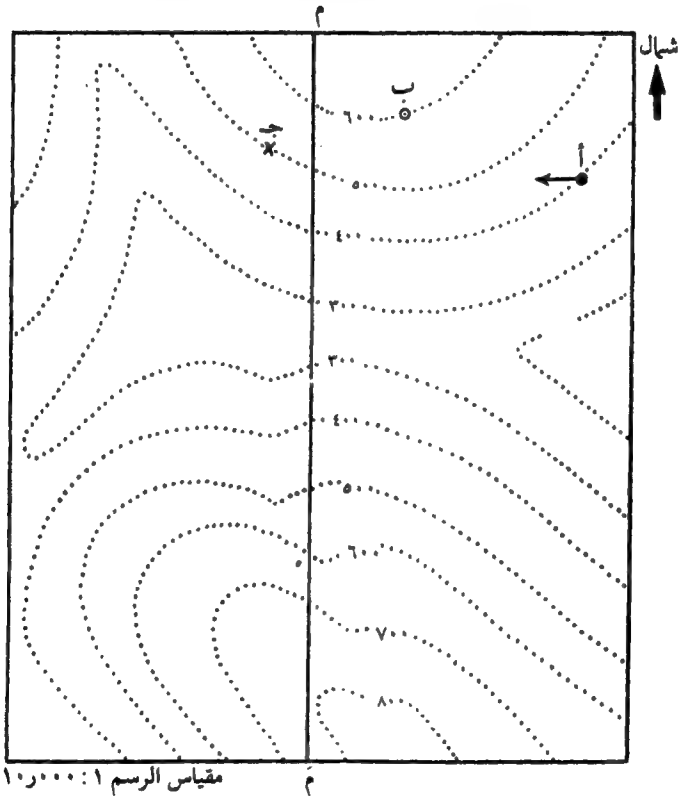


على هذه الحفارة توجد طية محروها أ ب وعلى أحد جانبي الطية يظهر السطح العلوي لطبقة من حجر الرمل عند النقاط ج، د، هـ بينما على الجانب الآخر يرى جزء من نفس سطح الطبقة وسمك هذه الطبقة ١٠٠م. وتعلوها طبقة من حجر الجير سمكها ١٠٠م.

#### والمطلوب :

- ١ - رسم مكاشف الطبقات.
- ٢ - حساب زاوية الميل على جانبي الطية.
- ٣ - تحديد نوع الطية.
- ٤ - رسم القطاع الجيولوجي س ص.
- ٥ - حساب عمق البئر اللازم حفرها عند كل من النقاط ر، و، ع للوصول إلى طبقة الرمل.

تمرين ٨=١٠ رسم خارطة جيولوجية  
الطبقات المائلة ورسم القطاع الجيولوجي

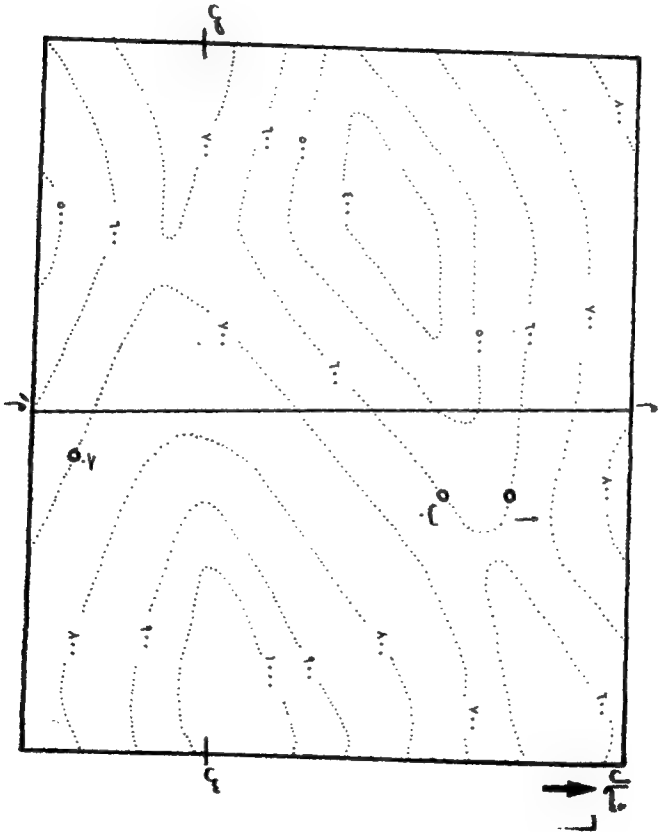


عند النقطة أ يظهر السطح السفلي لطبقة من الطفل سمكها الرأسى ٢٠٠ م يميل بزاوية مقدارها ٢٧° في اتجاه السهم ، وهذه الطبقة مرتكزة على طبقة من حجر الرمل وتعلو طبقة الطفل طبقة من حجر الجير سمكها الرأسى ١٠٠ م ، ثم طبقة من الطباشير غير معلومة السمك . كما يظهر السطح العلوي لطبقة الجير في النقطة جـ علماً بأن هذه الطبقات متوازية والمطلوب :

- ١ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٢ - رسم ظاهر جميع الطبقات .
- ٣ - إيجاد العمق اللازم حفره من النقطة ب للوصول الى السطح السفلي لطبقة الطفل .
- ٤ - رسم قطاع جيولوجي يمر بالنقطة أ وعمودي على خط الامتداد (المضرب) .



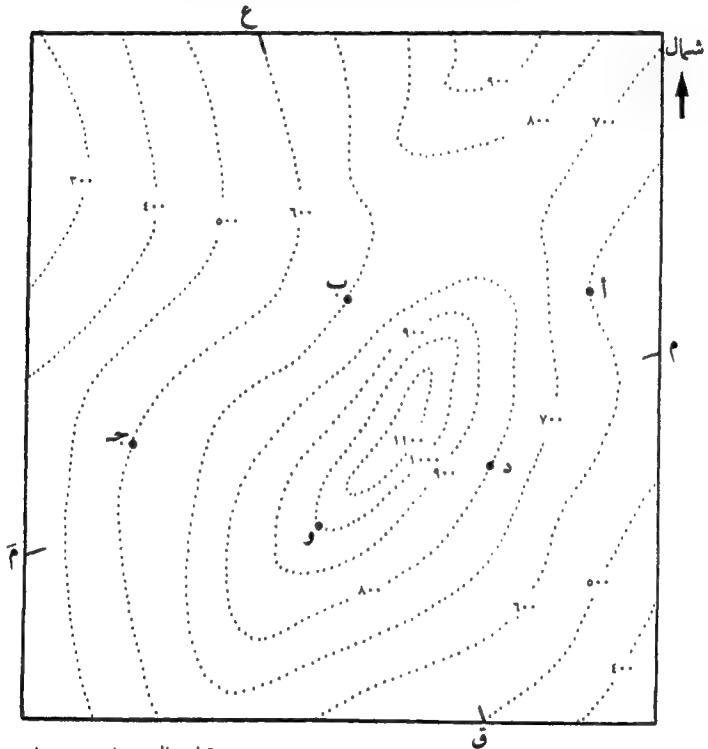
تمرين ٩-١٠ رسم خارطة جيولوجية  
الطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي



عند النقاط أ، ب، ج، يظهر السطح العلوي لطبقة من الكونجلوميرات غير معلومة السمك تعلوها طبقة من حجر الرمل سمكها الرأسى ٢٠٠ متر ثم طبقة من الطين سمكها الرأسى ١٠٠ متر فطبقة من حجر الجير سمكها الرأسى ١٠٠ متر فطبقة من البريشيا غير معلومة السمك. طويت هذه الطبقات حول المحور م م فظهر السطح العلوي لطبقة الكونجلوميرات عند النقاط د، هـ، وعلى الجانب الاخر من المحور. والمطلوب:

- ١ - رسم ظاهر جميع الطبقات.
- ٢ - حساب مقدار وتعيين اتجاه ميل الطبقات على جانبى المحور.
- ٣ - حساب السمك الحقيقي لكل من طبقتى حجر الجير وحجر الرمل.
- ٤ - تعيين نوع الطية.
- ٥ - رسم القطاع الجيولوجي س س.

تمرين ١٠ = ١٠ رسم خارطة جيولوجية  
للمطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي

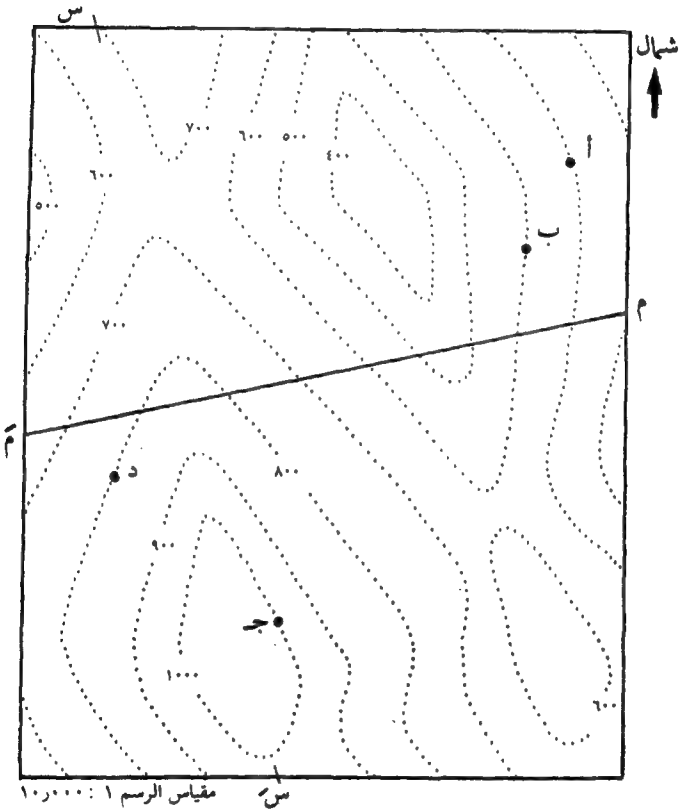


مقياس الرسم ١: ١٠٠٠٠٠

عند النقاط أ ب جـ يظهر السطح السفلي لطبقة من الطُّفل سمكها الرأسى ٤٠٠م وتحتها طبقة من الكونجلوميرات سمكها الرأسى ٢٠٠م وأسفلها طبقة من الرمل غير معلومة السمك وتعلوها طبقة من الجير سمكها الرأسى ١٠٠م وتعلو الجميع طبقة من الرمل غير معلومة السمك كما ظهر السطح السفلي لطبقة الجير عند النقطة د جنوب محور الطية م مَ والمطلوب:

- ١ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٢ - رسم ظاهر جميع الطبقات .
- ٣ - حساب قيمة واتجاه الميل على جانبي الطية وتحديد نوع الطية .
- ٤ - إيجاد العمق اللازم حَفْرُهُ عند النقطة و للوصول للسطح العلوي للكونجلوميرات .
- ٥ - رسم القطاع الجيولوجي ق ع .

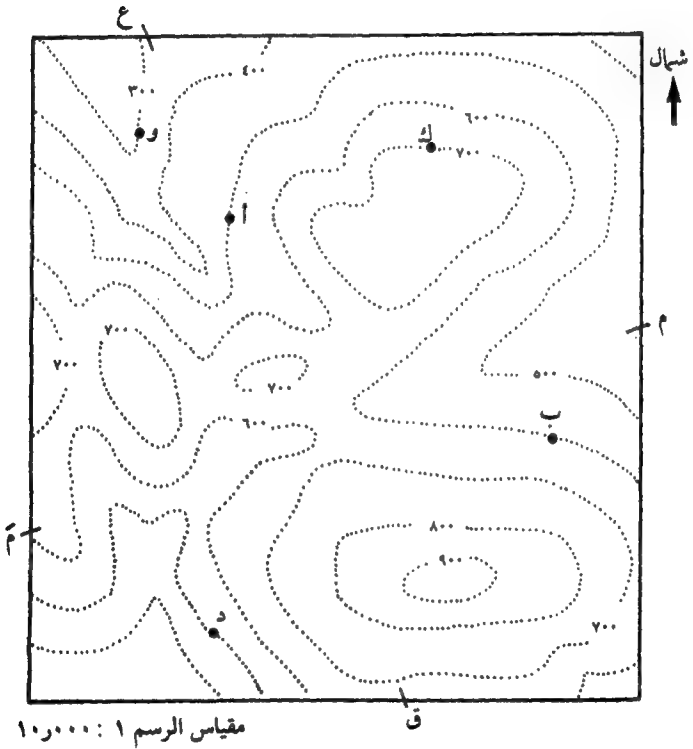
تمرين ١٠ = ١١ رسم خارطة جيولوجية  
للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي



عند النقاط أ، ب يظهر السطح السفلي لطبقة من حجر الجير. وعلى الجانب الآخر من الطية يظهر السطح العلوي لطبقة حجار الجير عند النقطة جـ ويقع نفس السطح على عمق ١٠٠م في البئر د وسمكها ١٠٠م وتتركز هذه الطبقة على طبقة من الطين سمكها الراسي ١٠٠م وأسفلها طبقة من الكونجلوميرات. وفوق طبقة حجر الجير طبقة من الرمل سمكها ١٠٠م وتعلو الجميع طبقة من الطباشير غير معلومة السمك. والمطلوب:

- ١ - رسم ظاهر جميع الطبقات.
- ٢ - رسم الدليل الجيولوجي.
- ٣ - تحديد نوع الطية وحساب مقدار واتجاه زاوية الميل.
- ٤ - رسم القطاع جيولوجي من مـ.

تمرين ١٠-١٢ رسم خارطة جيولوجية  
للتبقيات المغطاة ورسم القطاع الجيولوجي



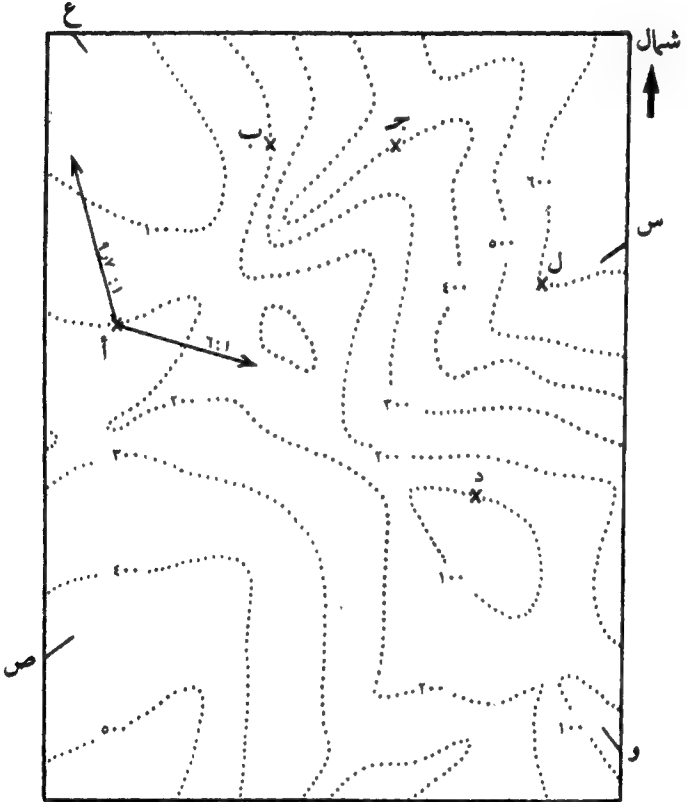
عند النقطة أ، و يظهر السطح السفلي لطبقة من الكونجلوميرات كما يظهر في النقطة ك على عمق ٢٠٠ م سمكها الراسي ١٠٠ م تعلوها طبقة من الرمل غير معلومة السمك وأسفلها طبقة من الطُّفْل سمكها الراسي ٢٠٠ م وتحت الجميع طبقة من حجار الجير غير معلومة السمك.

ظهر السطح السفلي لطبقة الطُّفْل في النقاط ب، د جنوب شرق محور الطية م م والمطلوب:

- ١ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٢ - رسم ظاهرات الطبقات .
- ٣ - حساب قيمة واتجاه الميل على جانبي المحور واستنتاج نوع الطية .
- ٤ - رسم القطاع الجيولوجي ق ع .



تمرين ١٠ = ١٢ رسم خارطة جيولوجية  
للمعطيات المئوية ورسم القطاع الجيولوجي

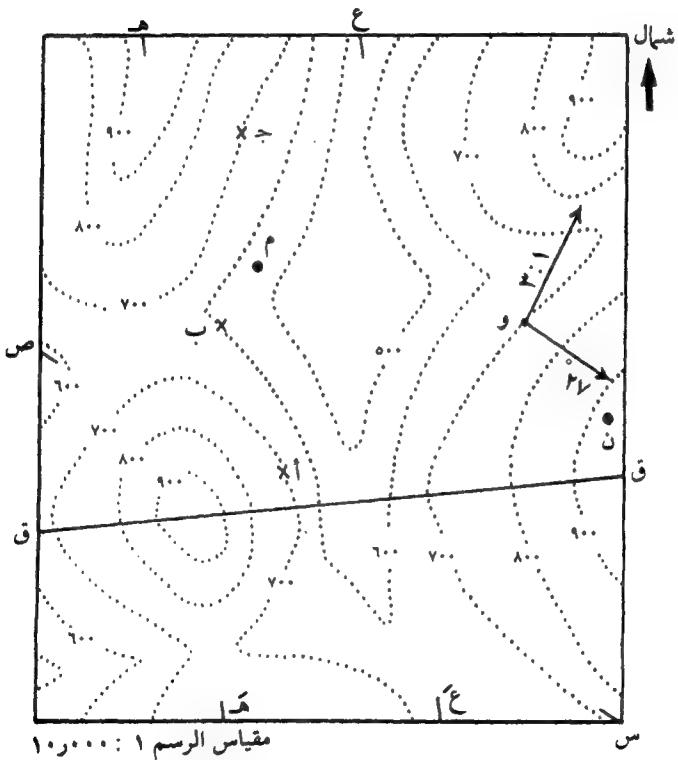


على الخارطة ع و محور طية يظهر على الجانب الغربي للطية السطح العلوي لطبقة من حجر الرمل عند النقطة أ لها ميلان ظاهريان موضحان على الخارطة كما يظهر في نفس السطح على الجانب الآخر للطية عند النقاط ب، ج، د، إذا كان سمك طبقة حجر الرمل ١٠٠م وتعلوها طبقة من حجر الجير سمكها ١٠٠م ثم طبقة من الطُّفْل وترتكز طبقة حجر الرمل على طبقة من الطين غير معلومة السمك.

والمنطقة بها طبقة أفقية من الكونجلوميرات تعلو جميع الطبقات ويظهر سطحها السفلي عند النقطة هـ والمطلوب:

- ١ - رسم مكاشف جميع الطبقات.
- ٢ - رسم الدليل الجيولوجي.
- ٣ - حساب مقدار واتجاه زوايا الميل.
- ٤ - تحديد نوع الطبقة.
- ٥ - حساب العمق اللازم حَفْرُهُ عند البئر ل للوصول الى السطح السفلي لطبقة الطين.

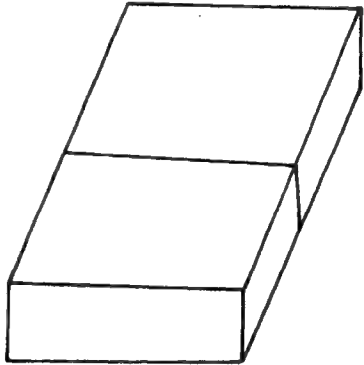
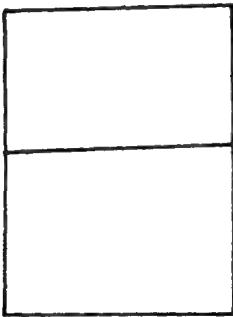
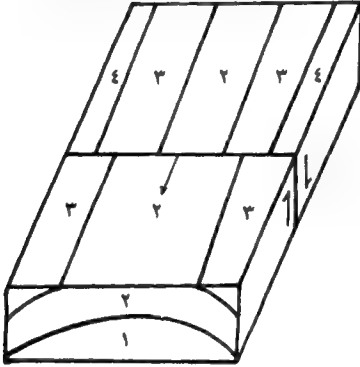
تمرين ١٠-١٤ رسم خارطة جيولوجية للطبقات المطوية ورسم القطاع الجيولوجي



على هذه الخارطة توجد طيتان محوريها ع - غ، هـ - هـ كما يوجد صدع ق ق رميته ١٠٠م في اتجاه الجنوب. عند النقاط أ، ب، ج يظهر السطح العلوي لطبقة من الطُّفْل سمكها ١٠٠م. ويظهر السطح السفلي لطبقة الطُّفْل عند النقطة و سجل لها ميلان ظاهريان مبيان على الخارطة. وأسفل طبقة الطُّفْل توجد طبقة من حجر الجير ويعلوها طبقة من حجر الرمل ويعلو الجميع طبقة أفقية من الكونجلوميرات يظهر سطحها السفلي على ارتفاع ٨٠٠م ولم تتأثر هذه الطبقة بالصدع. والمطلوب:

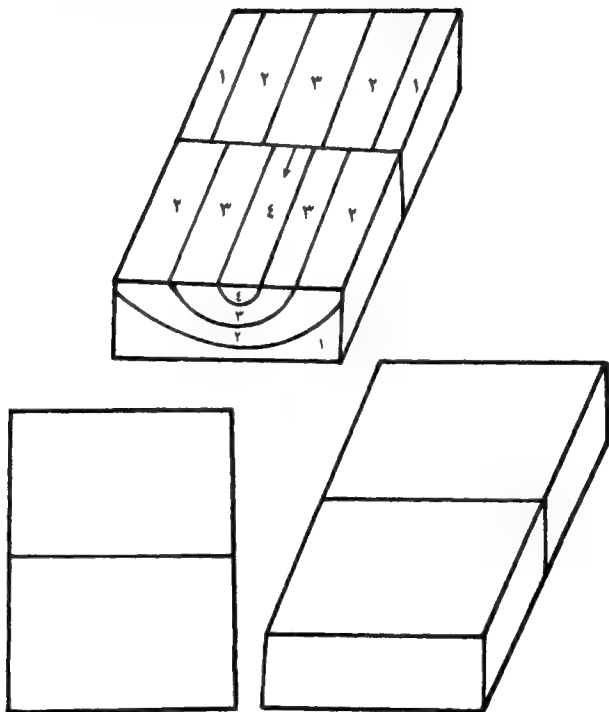
- ١ - رسم مكاشف جميع الطبقات.
- ٢ - حساب مقدار واتجاه زوايا الميل.
- ٣ - تحديد نوع الطيات.
- ٤ - حساب العمق اللازم حَفْرُهُ للوصول الى السطح السفلي لطبقة الطُّفْل عند النقاط م، ن
- ٥ - رسم القطاع الجيولوجي س ص

تمرين ١٠ = ١٥ رسم الطبقات على الجسم وتحديد نوع الصدع



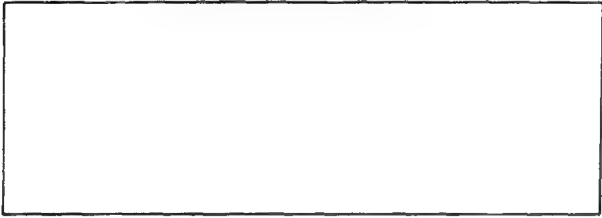
- ١ - ارسم على الجسم الطبقات وبين امتداد (مضرب) وميل الطبقات والحركة النسبية
- ٢ - ارسم على الخارطتين أسفل امتداد (مضرب) وميل الطبقات.
- ٣ - حدد نوع الصدع.

## تمرين ١٠ = ١٦ رسم الطبقات على الجسم وتحديد نوع الصدع

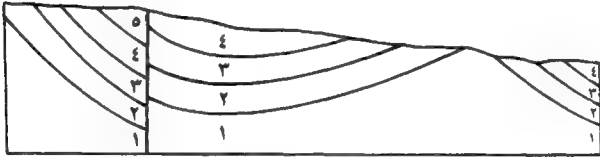


- ١ - على الجسم أرسم الطبقات وبيّن امتدادها (مضربها) وميلها والحركة النسبية.
- ٢ - على الخارطتين أسفل ارسم الطبقات واتجاه ميل الصدع.
- ٣ - حدد الكتلة التي ارتفعت.
- ٤ - حدد نوع الصدع.

تمرين ١٠ = ١٧ رسم الخارطة الجيولوجية لطبقات مطوية متصدعة



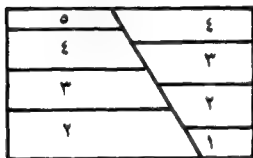
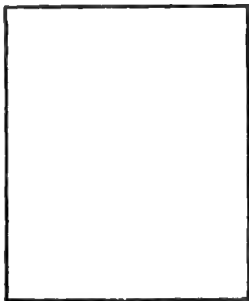
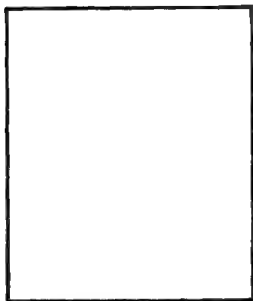
خارطة MAP



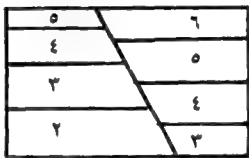
مقطع عرضي CROSS-SECTION

- ١ - ارسم الخارطة الجيولوجية.
- ٢ - ارسم محاور الطبقات والصدوع.

## تمرين ١٠ = ١٨ رسم الخارطة الجيولوجية لطبقت متعددة



ب

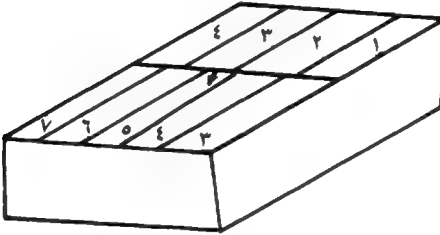


أ

- ١ - ارسم الخارطة التي تمثل المقطع
- ٢ - ارسم الحركة النسبية على المقطع
- ٣ - ارسم اتجاه رمية الصدع على الخارطة
- ٤ - مانوع الصدع



تمرين ١٠ = ١٩ رسم الخارطة الجيولوجية لطبقت متصدمة



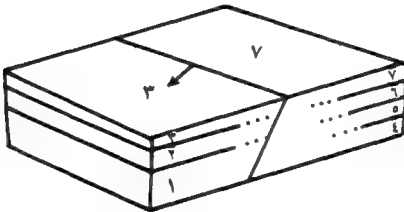
أ

أكمل هذه المجسمات ثم بين :

أ - نوع الصدع

- خطوط الامتداد (المضرب) والميل

- الحركة النسبية



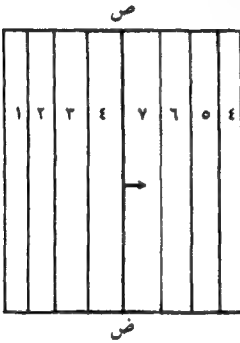
ب

الحل :

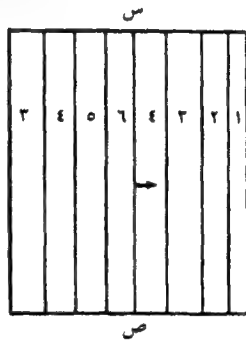
ب - نوع الصدع

- الحركة النسبية

## تمرين ١٠ = ٢٠ رسم القطاع الجيولوجي لطبقات مائلة متصدعة



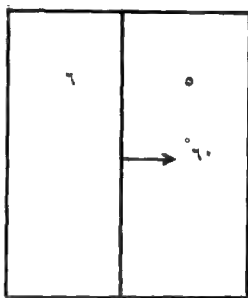
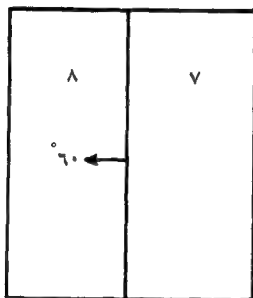
ب



أ

- ١ - ارسم القطاع الجيولوجي لكل خارطة
- ٢ - ارسم الحركة النسبية على القطاع
- ٣ - حدد نوع الصدع

### تمرين ١٠ = ٦٩ رسم القطاع الجيولوجي لطبقت مائلة بتصدية



ب



أ

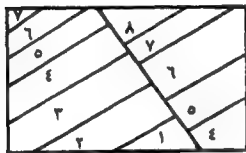
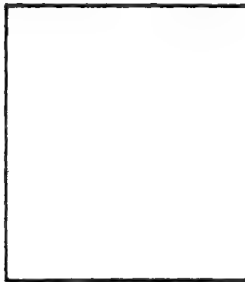
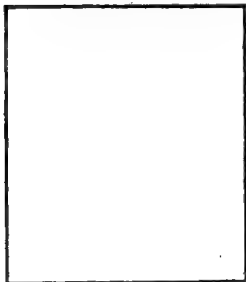
مستعينا بالخريطتين أ ، ب

١ - ارسم القطاع الجيولوجي

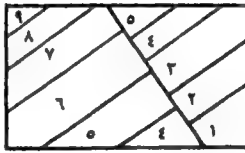
٢ - ارسم على القطاع الحركة النسبية

٣ - حدد نوع الصدع

## تمرين ١٠ = ٢٢ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مائلة متصدعة



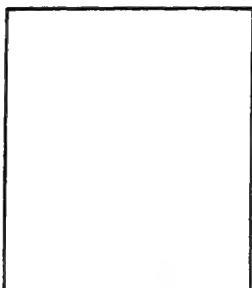
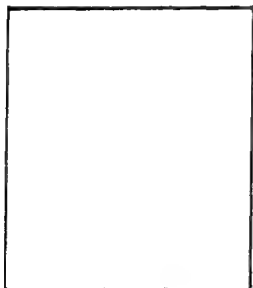
ب



أ

- ١ - ارسم الخارطة أ، ب
- ٢ - ارسم خط امتداد (مضرب) واتجاه ميل الطبقات
- ٣ - حدد نوع الصدع

## تمرين ١٠ = ٢٢ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مائلة متصدعة



ب



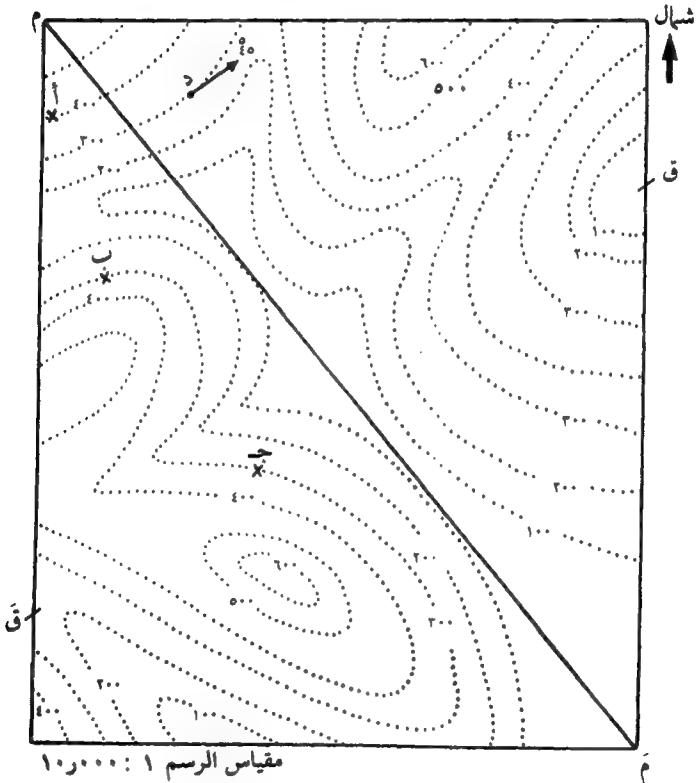
أ

مستعينا بالقطعين أ ، ب

- ١ - ارسم الخارطة
- ٢ - ارسم خط امتداد (مضرب) وميل الطبقات
- ٣ - ارسم اتجاه رمية الصدع
- ٤ - حدد نوع الصدع



تمرين ١٠ = ٢٤ رسم خارطة جيولوجية  
لطبقات مطوية متعددة ورسم قطاع جيولوجي

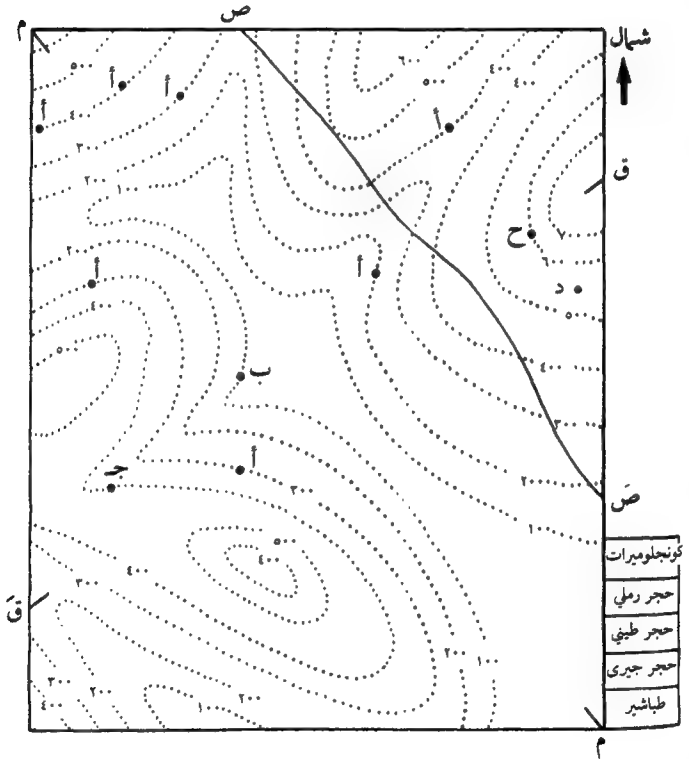


طبقة من الطفل سمكها الرأسى ٢٠٠ م طويت على جانبي المحور م . ويظهر السطح السفلي لها على الجانب الايمن في النقطة د بميل محدد اتجاهه ومقداره على الخارطة . كما يظهر السطح السفلي لنفس الطبقة على الجانب الايسر من محور الطية في النقاط أ ، ب ، جـ . وتحت طبقة الطفل طبقة أخرى من الحجر الرملى كما يعملها طبقة أخرى من الحجر الجيري غير معلومتا السمك والمطلوب :

- ١ - رسم ظاهر الطبقات كاملة في جميع اجزاء الخارطة .
- ٢ - تعيين مقدار واتجاه ميل الطبقات على الجانب الايسر من محور الطبقة .
- ٣ - تعيين السمك الحقيقى لطبقة الطفل .
- ٤ - تعيين نوع الطية .
- - رسم قطاع جيولوجي على طول الخط ق قـ .



تمرين ١٠ = ٢٥ رسم خارطة جيولوجية لطبقات  
مطوية متصدعة ورسم قطاع جيولوجي



مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠

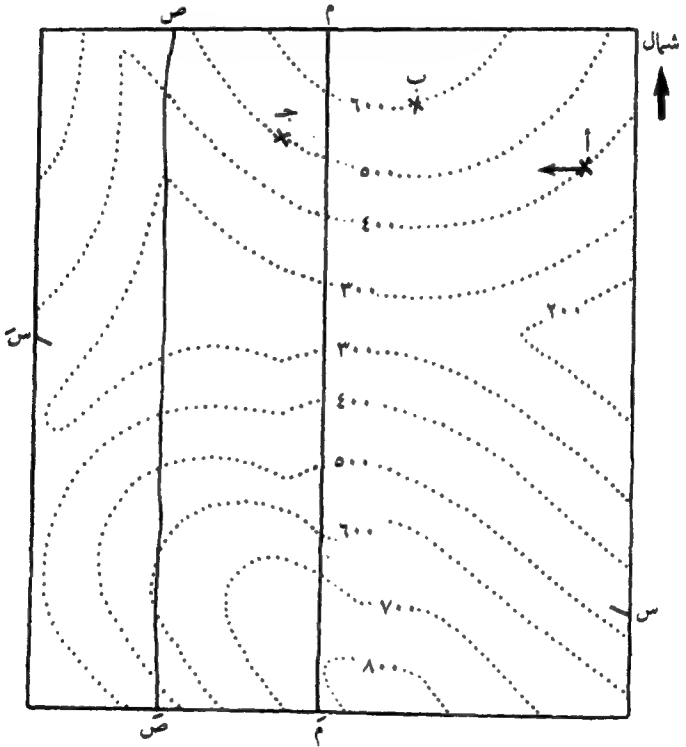
مجموعة من أربع طبقات متوازية هي الطباشير والحجر الجيري والحجر الطيني والحجر الرملي طوية غير متباعدة على طول المحور م م وتصدعت بالصدع ص ص الذي لم يؤثر في ميلها ففي النقاط أ يظهر السطح العلوي لحجر الجير على جانبي المحور والصدع. وفي ب يظهر الحد العلوي للطباشير وفي ج يظهر الحد العلوي لحجر الطين.

في النقطة د يظهر الحد السفلي لطبقة أفقية من الكونجلوميرات لم تتأثر بالصدع.

المطلوب :-

- ١ - رسم ظاهر جميع الطبقات
- ٢ - حساب مقدار واتجاه الميل على جانبي المحور وبيان نوع الطية.
- ٣ - تعيين سمك طبقتي الحجر الجيري والطيني.
- ٤ - تعيين مقدار واتجاه رمية الصدع.
- ٥ - تعيين عمق الطبقات في الحفرة ح.
- ٦ - رسم قطاع رأسي على طول الخط ق ق .

تمرين ١٠ = ٢١ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مطوية متصدعة



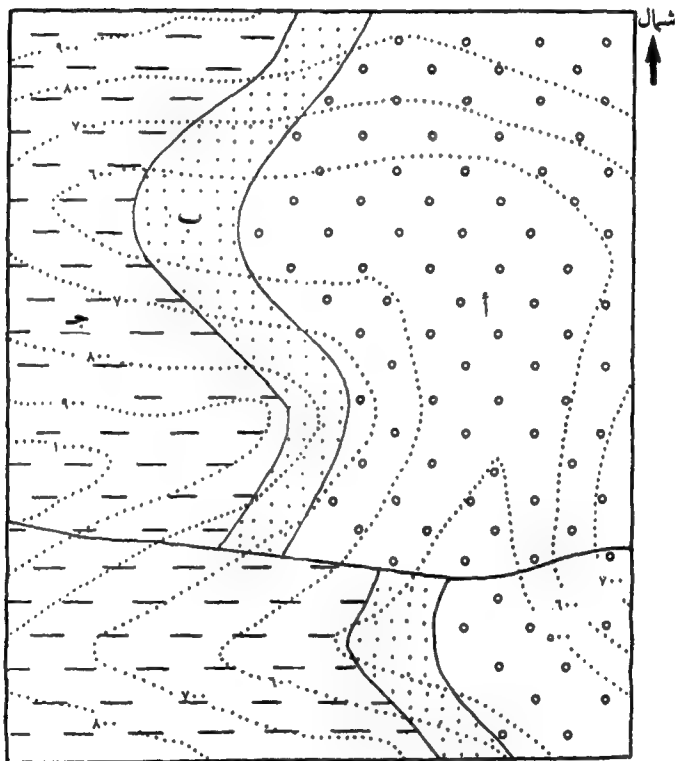
مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠

عند النقطة أ يظهر السطح السفلي لطبقة من الطُّفْل سمكها الرأسي ٢٠٠ م يميل بزاوية مقدارها ٢٧° في اتجاه السهم، وهذه الطبقة مرتكزة على طبقة من حجر الرمل وتعلو طبقة الطُّفْل طبقة من حجر الجير سمكها الرأسي ١٠٠ م، ثم طبقة من الطباشير غير معلومة السمك. كما يظهر السطح العلوي لطبقة الجير في النقطة جـ علماً بأن هذه الطبقات متوازية وتصدعت بالصدع ص ص رميته ٢٠٠ م في اتجاه الشرق.

المطلوب :

- ١ - رسم الدليل الجيولوجي .
- ٢ - رسم ظاهر جميع الطبقات .
- ٣ - إيجاد العمق اللازم حَفْرُهُ من نقطة ب للوصول الى السطح السفلي لطبقة الطفل.
- ٤ - رسم القطاع الجيولوجي س س.

تمرين ١٠ = ٢٧ رسم خطوط الامتداد | المضرب | وتحديد نوع الصدع

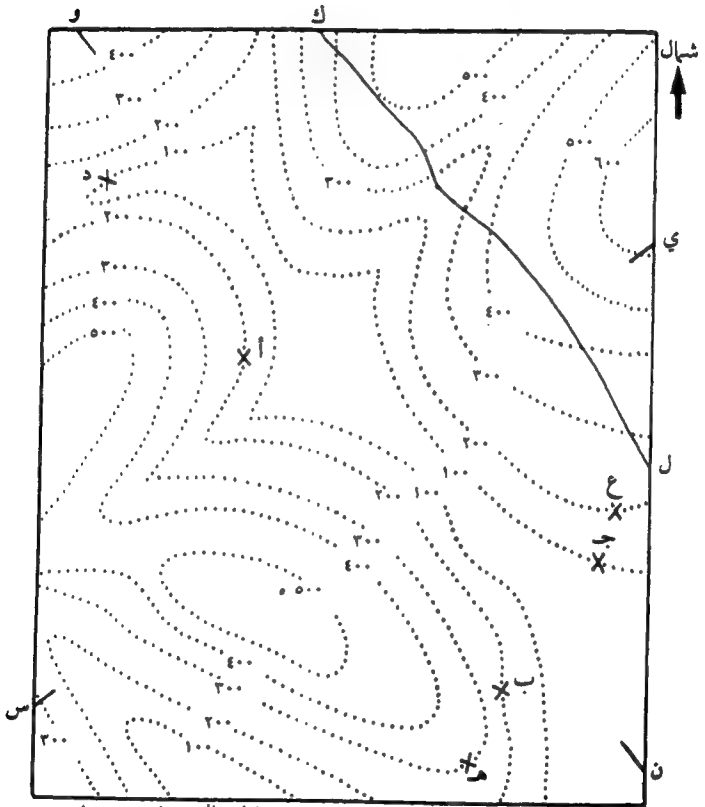


صفر ٥٠٠ متر

المطلوب :

- ١ - ارسم خطوط الامتداد (المضرب) للسطحين العلوى والسفلى لطبقة الحجر الرملى (المنقط).
- ٢ - ماهو مقدار رمية الصدع .
- ٣ - ارسم خطوط الامتداد (المضرب) على مستوى الصدع .
- ٤ - هل هو صدع عادى أم معكوس ؟ .
- ٥ - ماهو سمك طبقة الحجر الرملى .

## تمرين ١٠ = ٢٨ رسم خارطة جيولوجية لطبقات سطوية متصدعة



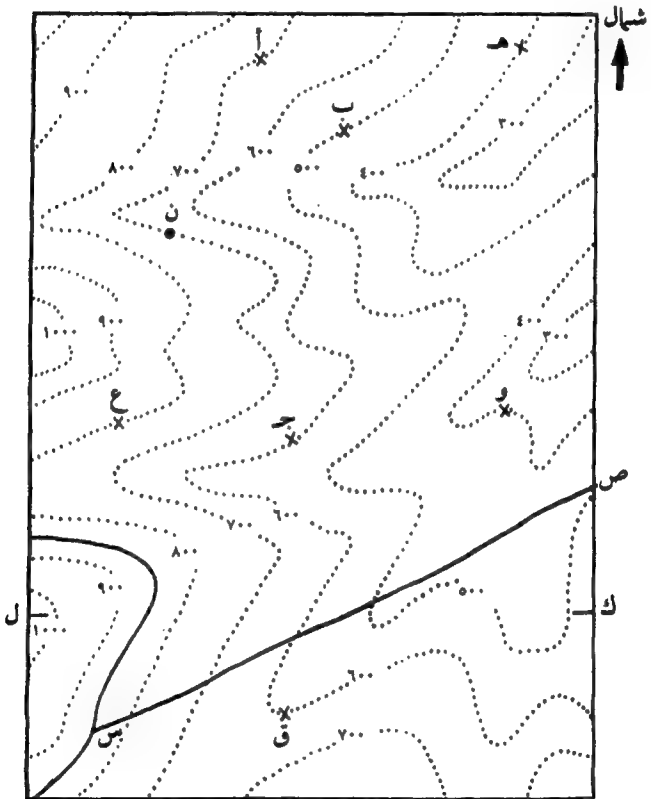
على المخارطة يظهر السطح السفلى لطبقة من الطفل عند التقاط أ، ب، د على الجانب الغربى لمحور الطية ن و يظهر على الجانب الاخر للطية نفس السطح عند النقطة جـ وسمك هذه الطبقة ٢٠٠م وتعلوها طبقة من حجر الرمل سمكها ٢٠٠م وأسفلها طبقة من حجر الجير غير معلومة السمك ويوجد على الجانب الشرقى للطية صدع لك ل رميته ٦٠٠م في اتجاه الغرب.

والمطلوب:

- ١ - رسم مكاشف الطبقات.
- ٢ - تحديد نوع الطية.
- ٣ - رسم القطاع الجيولوجي ي س .



تمرین ۱۰ = ۲۹ رسم خارطة جيولوجية لطبقات مطوية متعددة

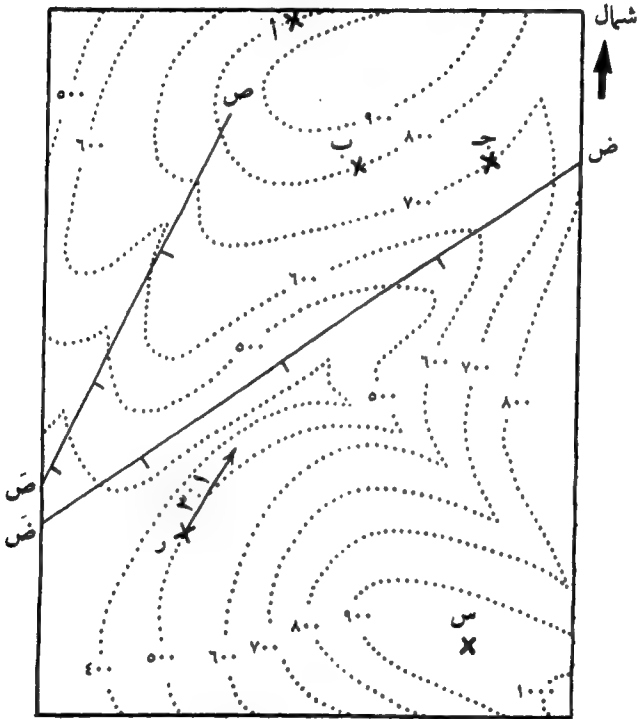


مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر

توجد بالمنطقة طية يظهر على جانبها الغربي السطح العلوى لطبقة الطُّفْل عند النقاط أ، ب، جـ وعلى الجانب الشرقى للطية يظهر نفس السطح عند النقاط ع، ق وأسفل طبقة الطُّفْل توجد طبقة من حجر الرمل يظهر سطحها السفلى في البئر ن على عمق ٦٠٠ متر وتتركز طبقة حجر الرمل على طبقة من حجر الجير ويعلو الجميع طبقة من الكونجلوميرات يظهر سطحها السفلى في الجزء الجنوبي الغربي للخارطة - ص س يمثل صدع بالمنطقة . والمطلوب :

- ١ - رسم مكاشف جميع الطبقات .
- ٢ - حساب مقدار واتجاه زوايا الميل .
- ٣ - حساب مقدار واتجاه رمية الصدع .
- ٤ - تحديد نوع الطية .
- ٥ - رسم القطاع الجيولوجي لك ل .

تمرين ١٠ = ٢٠ رسم خارطة جيولوجية لطبقات متعددة



طين

مارل



كونجلوميرات

طفّل



حجر جير

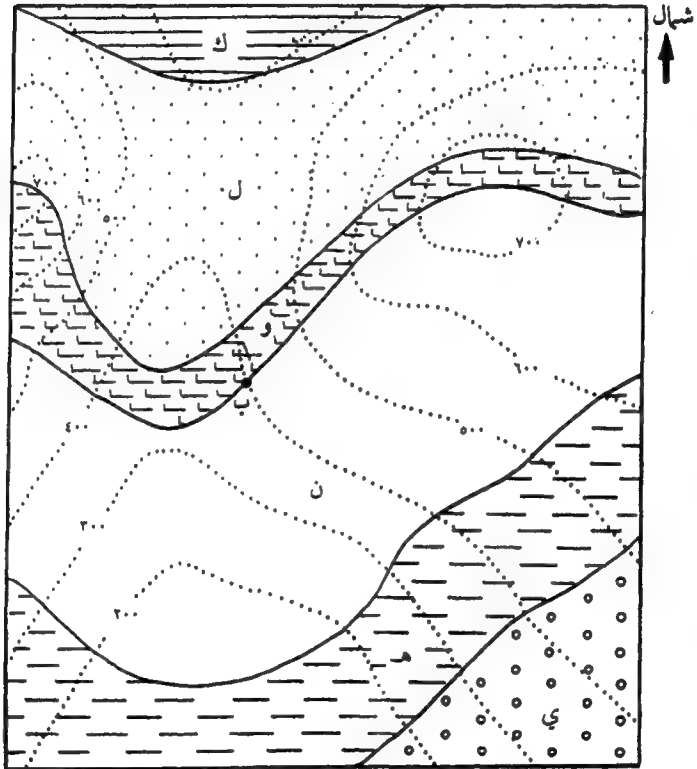
حجر رمل

في المنطقة التي تمثلها الخارطة توجد مجموعتان من الطبقات تتكون المجموعة السفلي من طبقة من حجر الدلومايت عند قاعدتها تتبعها طبقة من الطين سمكها الرأس ٣٠٠ م يليها طبقة من الطُفْل . وتتكون المجموعة العليا التي يفصلها عن المجموعة السفلي سطح عدم توافق من طبقة كنجلوميرات عند القاعدة سمكها الرأس ٢٠٠ م ، تليها طبقة من الحجر الرمل سمكها الرأس ١٠٠ م ثم طبقة من الحجر الجيري .

ر نقطة من مكشف السطح العلوي لطبقة حجر المارل مبين عندها اتجاه وقيمة الميل ١ : ٣ ، أ ، ب ، ج ثلاث نقاط من مكشف السطح العلوي لطبقة الكونجلوميرات . ص صَ ، ض ضَ أثر صدعين بالمنطقة مر بها الى أسفل ٤٠٠ م بالنسبة للاول ، ١٠٠ م بالنسبة للثاني في الاتجاهات المبينة بالخارطة . المطلوب :

- ١ - املأ دليل الخارطة بالرموز المميزة لكل من الصخور المثلة في المنطقة .
- ٢ - ارسم الخارطة الجيولوجية الكاملة للمنطقة .
- ٣ - ارسم قطاعاً جيولوجياً للمنطقة في اتجاه يطابق اتجاه الميل الحقيقي للمجموعة السفلى من الطبقات .
- ٤ - احسب العمق الذي يقابل عنده طبقة حجر الدلومايت في البئر الاختبارية س

تمرين ١٠ = ٦٦ رسم خطوط الامتداد المضرب  
وحساب الميل ورسم القطاع الجيولوجي

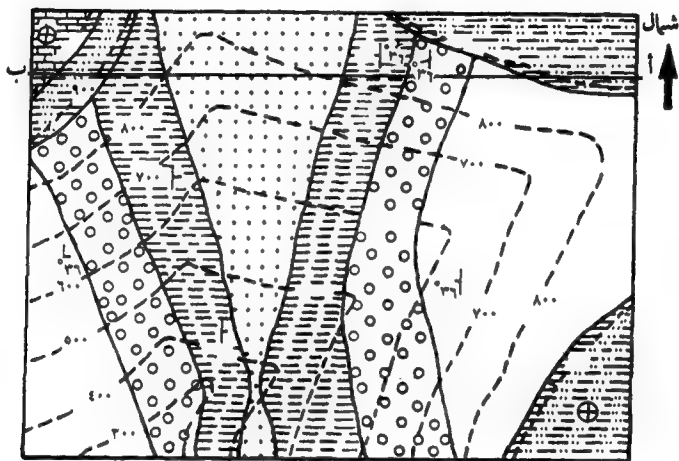


مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر

الخطوط المتصلة هي حدود جيولوجية تفصل مكاشف الطبقات المائلة التالية : ك، ل، م، ن، هـ، ي قبل انشاء خطوط الامتداد (المضرب) هل باستطاعتك أن تستنتج اتجاه ميل الطبقات من واقع أن مكاشفها تصنع شكل ٧ على امتداد أسفل الوادي .  
والمطلوب :

- ١ - ارسم خطوط الامتداد لكل واحد من السطوح الطبقيّة .
- ٢ - احسب اتجاه ومقدار الميل .
- ٣ - احسب سمك الطبقات الرأسي .
- ٤ - ارسم قطاعين جيولوجيين يمران في النقطة ب ، أحدهما مواز لخطوط الامتداد (المضرب) والآخر يتعامد معها .

تمرين ١٠-٢٢ رسم خطوط الامتداد المضرب  
وحساب الميل ورسم القطاع الجيولوجي



مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر

حجر جير Limestone

طين صفحي Shale

حجر غرين Siltstone

حجر رمل Sandstone

مدملك Conglomerate

حجر طين Claystone

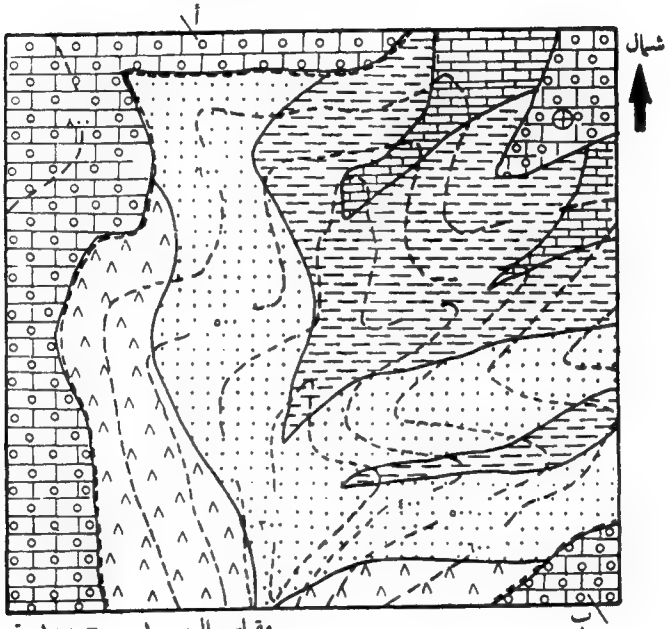
صفر ٢٥٠ ٥٠٠ متر

المطلوب :

- ١ - ارسم خطوط الامتداد لكل سطح طبقة.
- ٢ - احسب السمك الحقيقي لكل طبقة.
- ٣ - حدد نوع التراكيب البنائية.
- ٤ - ارسم القطاع الجيولوجي أ ب.



تمرين ١٠ = ٢٢ رسم خطوط الامتداد | المضرب  
وحساب الميل ورسم القطاع الجيولوجي



مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر



حجر جير سرني  
Oolitic limestone



حجر رمل  
Sandstone



حجر جير  
Limestone



متبخرات  
Evaporite



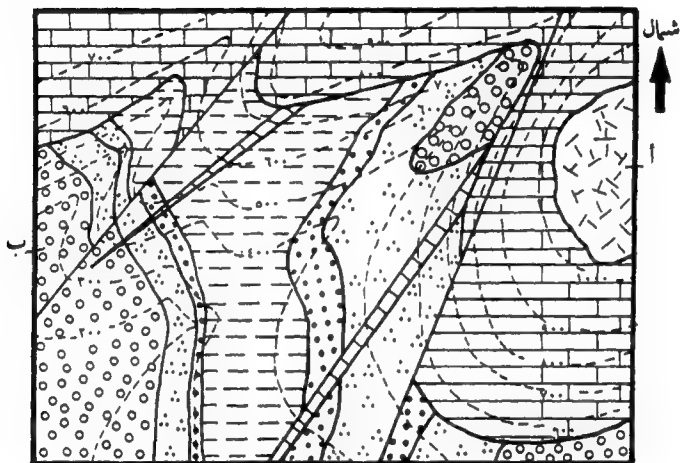
طين صفحي  
Shale

متر ٢٠٠٠ ١٥٠٠ ١٠٠٠ ٥٠٠

المطلوب :

- ١ - ارسم خطوط الامتداد (المضرب) لكل سطح طبقة.
- ٢ - تحديد اتجاه ومقدار زاوية الميل.
- ٣ - حساب السمك الحقيقي للطبقات.
- ٤ - رسم القطاع الجيولوجي.

تمرين ١٠ - ٢٤ تحديد نوع التراكيب البنائية والعلاقة بينهما



دلورايت Dolerite



حجر رمل Sandstone



بازلت Basalt



حجر وحل Mudstone



مدملك Conglomerate



حجر جير Limestone



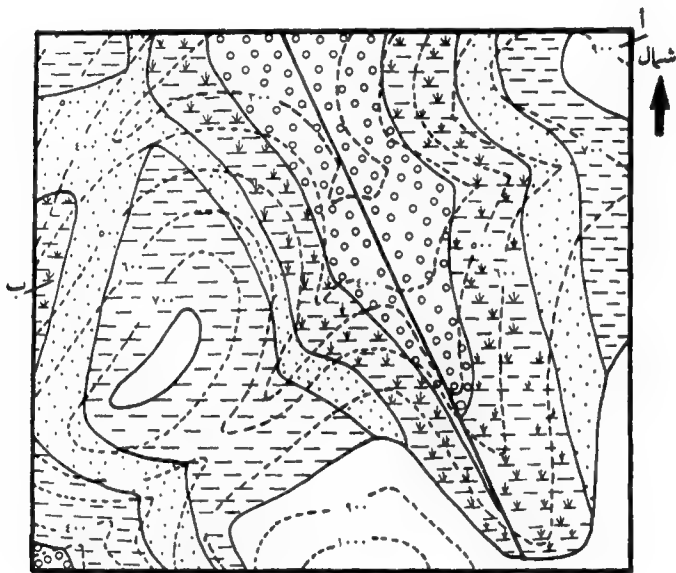
رمل Sandstone

صفر ٨٠٠ ٦٠٠ ٤٠٠ ٢٠٠ متر

المطلوب :

- ١ - رسم خطوط الامتداد (المضرب) وترقيمها لكل سطح طبقة
- ٢ - تحديد نوع التراكيب البنائية .
- ٣ - رسم القطاع الجيولوجي أ ب .

## تعرين ١٠ = ٢٥ تحديد نوع التراكيب الجيانية والعلاقة بينهما



مقياس الرسم ١ : ٢٠,٠٠٠



مدملك Conglomerate



حجر رمل Sandstone



طين صفحي اسود Black shale



رخام Marble

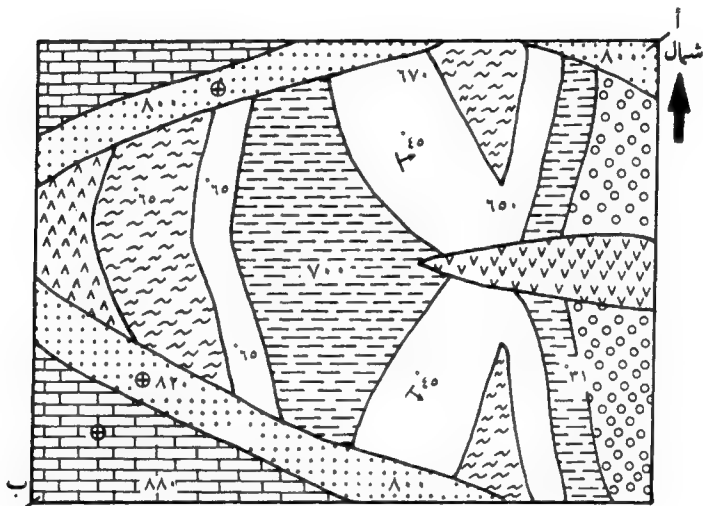


طين صفحي Shale

## المطلوب :

- ١ - رسم خطوط الامتداد (المضرب) وترقيمها لكل مسطح طبقة.
- ٢ - تحديد نوع التراكيب البنائية.
- ٣ - ايجاد العلاقة بين التراكيب البنائية.
- ٤ - رسم القطاع الجيولوجي أ ب.

## تمرين ١٠ = ٣١ تحديد نوع التراكيب البنائية والملائمة بينهما



مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر



حجر جير Limestone



أنهيدرايت Anhydrite



حجر رمل Sandstone



طين صفحي Shale



حجر طين Clay



رواسب Alluvium



مدملك Conglomerate



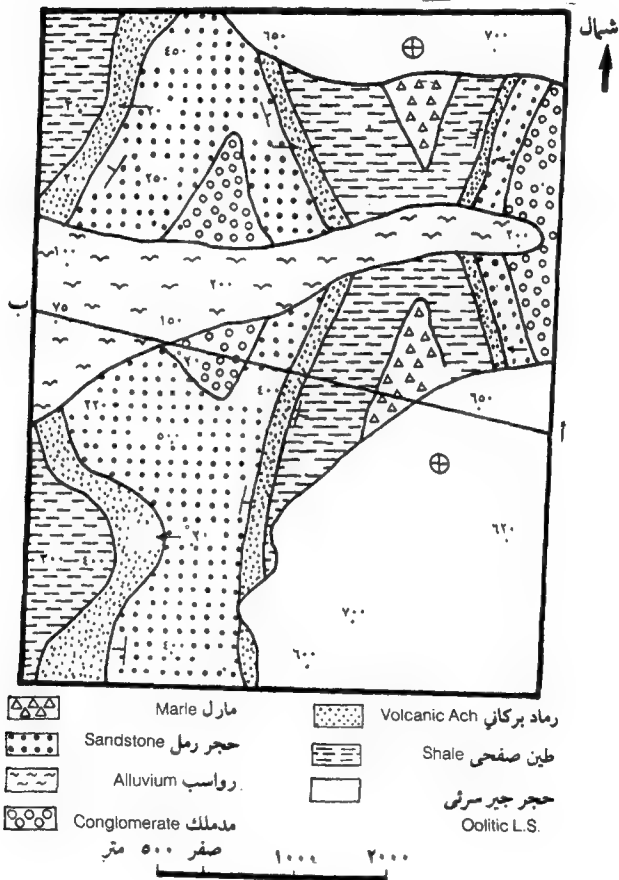
مارل Marl

في هذه الخارطة يظهر على سطح الارض طبقة من حجر الجير - المطلوب :

- ١ - تعيين الميل لهذه الطبقة اتجاهاً ومقداراً .
- ٢ - ايجاد السمك الرأسى والسمك الحقيقى .
- ٣ - رسم قطاع جيولوجي يمر بالنقطة أ ، في اتجاه الميل .



# تمرين ١٠ = ٢٧ تحديد نوع التراكيب البنائية والعلاقة بينهما

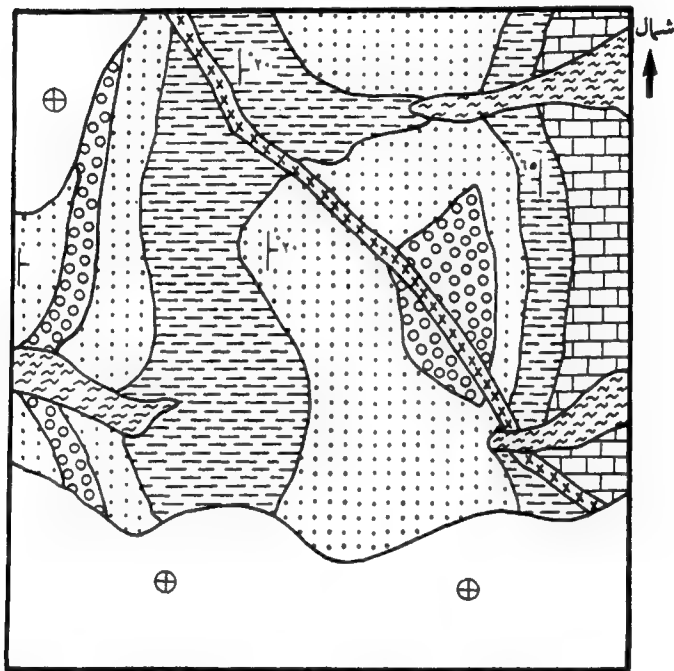









## المطلوب :

١) تحديد نوع التراكيب البنائية وإيجاد العلاقة بينها.

٢) رسم القطاع الجيولوجي أ ب.

## تمرين ١٠ = ٢٨ تحديد نوع التراكيب الجبلية والعلاقة بينهما



	حجر جير Limestone		حجر رمل Sandstone
	مدملك Conglomerate		رواسب Alluvium
	جابر و Gabbro		طين صفحي Shale
	حجر جير سرني Oolitic limestone		

٥٠٠ صفر

١٠٠٠

٢٠٠٠



---

المطلوب :

١ - تحديد نوع التراكيب البنائية وإيجاد العلاقة بينها.

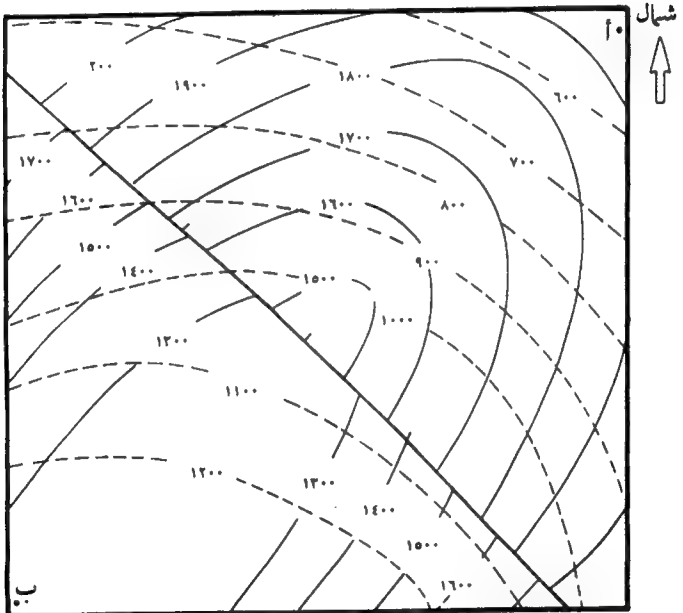
## الباب الحادي عشر

### تمارين

- تمرين ١١ - ١ تحديد نوع الخارطة والبنيات ورسم القطاع الجيولوجي
- تمرين ١١ - ٢ رسم خارطة التراكيب البنائية والسمكة للطبقة وتفسير العلاقة
- تمرين ١١ - ٣ رسم خارطة التراكيب البنائية والسمكة للطبقة وتفسير العلاقة
- تمرين ١١ - ٤ رسم خارطة الكتور التراكيبية والسمكة والنسب
- تمرين ١١ - ٥ رسم خارطة السمكة والنسب والسحنات للطبقات وتفسير العلاقة
- تمرين ١١ - ٦ رسم خارطة السمكة والنسب والسحنات للطبقات وتفسير العلاقة
- تمرين ١١ - ٧ رسم خارطة السمكة والصدع ورسم القطاع
- تمرين ١١ - ٨ رسم خارطة الكتور التراكيبية والسمكة والنسب والسحنات وتفسير التاريخ الجيولوجي للمنطقة
- تمرين ١١ - ٩ رسم بيئات لترسيب وتحديد نوع الصخر ومصدرة
- تمرين ١١ - ١٠ رسم الخارطة الجغرافية القديمة وتحديد البيئات
- تمرين ١١ - ١١ رسم بيئات الترسيب وتحديد نوع الصخر ومصدرة.



تمرين ١١ = تحديد نوع الكارطة والبنية  
ورسم القطاع الجيولوجي



مقياس الرسم ١ : ٢٠.٠٠٠

الفاصل الكنتوري ١٠٠ متر

على هذه الخارطة كل النقاط تحت مستوى سطح البحر. الخطوط المتصلة على الخارطة تمثل خطوط الكتور لمنسوب السطح العلوى للعصر الترياسي والخطوط المتقطعة تمثل خطوط الكتور لمنسوب السطح السفلي للعصر الكريتاوى.

#### المطلوب :

- ١ - ماهو نوع هذه الخارطة .
- ٢ - ارسم القطاع أ ب
- ٣ - حدد نوع البنيات التركيبية .
- ٤ - فسر الخارطة واكتب بإيجاز عن التاريخ الجيولوجي للمنطقة .



---

**تمرين ١١ = ٢ رسم خارطة التراكيب البنائية  
والسماكة للطبقة وتفسير العلاقة**

استعمل الفاصل الكنتوري ١٠٠ متر. ارسم الخرائط التالية :

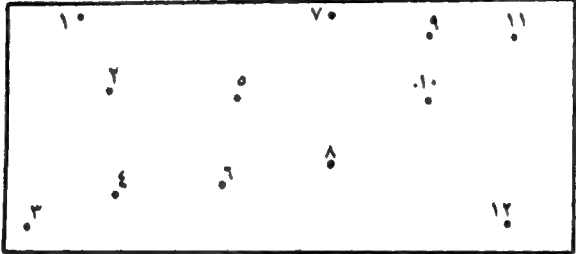
- ١ - خارطة الكنتور التركيبية للسطح العلوى للطبقة .
- ٢ - خارطة الكنتور التركيبية للسطح السفلي للطبقة .
- ٣ - خارطة السماكة للطبقة .
- ٤ - اختار بعض النقاط على خارطة السماكة وتأكد من مطابقة السمك مع الفرق بين قراءة نفس النقاط على خارطتى الكنتور التركيبية .
- ٥ - فسر الخرائط موضحا العلاقة بين الترسيب والحركات الارضية .

## تابع نمبرين ١١-٢

رقم البئر	متنوب البئر في سطح البئر	صفق البئر المعزى للبطيخة	متنوب السطح المعزى للبطيخة	صفق السطح السفلي للبطيخة	متنوب السطح السفلي للبطيخة	السمك
١	١٨٢٥	١٠٣٠	٢١٦٠	٧٩٥	٣٣٥-	١١٣٠
٢	١٨٣٥	٨٣٥	٢١٠٥	١٠٠٠	٢٧٠-	١٢٧٠
٣	١٨٦٠	٧٩٠	١٩٧٠	١٠٧٠	١١٠-	١١٨٠
٤	١٨٩٠	٦٧٠	٢٠٢٠	١٢٢٠	١٣٠-	١٣٥٠
٥	١٨٤٥	٨١٥	٢٢٨٥	١٠٣٠	٤٤٠-	١٤٧٠
٦	١٨٢٠	٧٢٠	٢٢٥٠	١١٠٠	٤٣٠-	١٥٣٠
٧	١٨٦٥	٧٤٥	٢٢١٥	١١٢٠	٣٥٠-	١٤٧٠
٨	١٨٤٠	٩٥٠	٢٦٤٠	٨٩٠	٨٠٠-	١٨٩٠
٩	١٨٣٥	٨٤٠	٢٤٨٥	٩٩٥	٨٣٠-	١٨٢٥
١٠	١٨٤٥	٨٤٠	٢٥٧٠	١٠٠٥	٧٢٥-	١٨٣٠
١١	١٨٧٥	٩٩٥	٢٨٨٥	٨٨٠	٨١٠-	١٨٩٠
١٢	١٨٨٠	١١٠٠	٣٠٣٥	٧٨٠	١١٧٥-	١٩٢٥

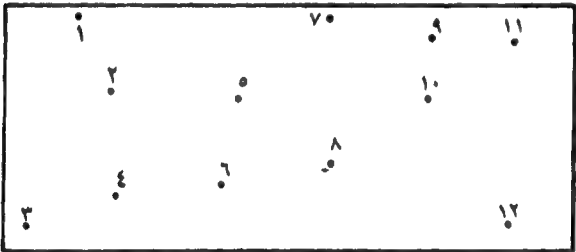
تابع تمرين ١١ - ٢

السطح العلوى للطبقة

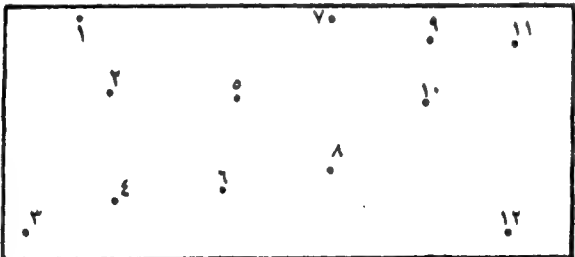


شمال  
↑

سمك الطبقة



السطح السفلي للطبقة





**تمرين ١١ = ٢ رسم خارطة التراكيب البنائية  
والسماكة للطبقة وتفسير العلاقة**

- على الجدول المرفق احسب مستوى السطح العلوي والسفلي للطبقة من مستوى سطح البحر ثم احسب سمك الطبقات في كل بئر:  
استعمل الخارطة المرفقة لرسم:
- ١ - خارطة الكتور التركيبية للسطح العلوي للطبقة.
  - ٢ - خارطة الكتور التركيبية للسطح السفلي للطبقة.
  - ٣ - خارطة السماكة.
  - ٤ - حدد علاقة الترسيب بالحركات الارضية في المنطقة.

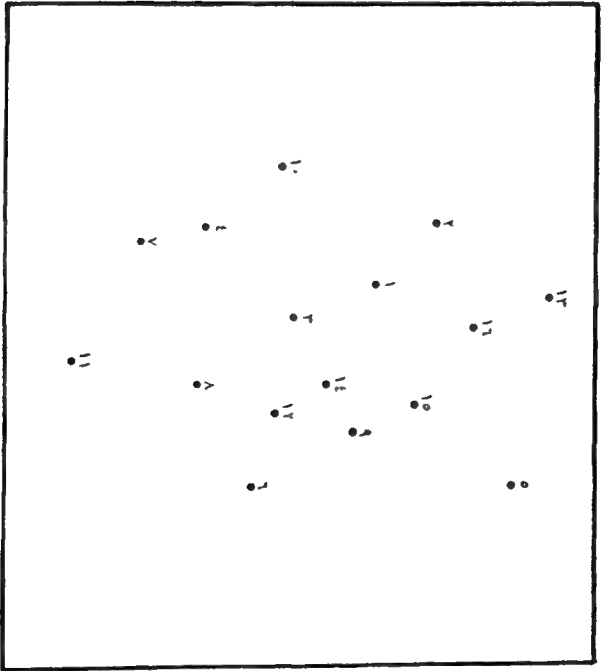
## تابع تمرين ١١ - ٣

رقم البئر	مستوى البئر عن سطح البحر	السطح العلوي		قطاع	سمك الصخور		
		في التير	من البحر				
١	٦٣	٥٥٣٥	٥٦٩٣				
٢	٦٦	٥٧٢٠	٥٧٦١				
٣	٦٣	٥٥٢٠	٥٦٨٧				
٤	٧٧	٥٧٣٨	٥٧٨٦				
٥	٧٦	٥٧٤٤	٥٨٠٠				
٦	٧٤	٥٨٥٤	٥٨٧٣				
٧	١٢٣	٥٨٣٦	٦٠٠٥				
٨	٧٧	٥٦١٢	٥٧٣٩				
٩	٧٢	٥٥٩٦	٥٦٥١				
١٠	١٢٢	٥٧٢٩	٥٨٨٤				
١١	٧٤	٥٨٥٤	٥٩٦٩				
١٢	٧٤	٥٥٤٠	٥٦٩٤				
١٣	٤١	٥٤٤١	٦٠٠١				
١٤	٣١	٥٥٥٦	٥٦٥٧				
١٥	٢٩	٥٤٦٤	٦٠٦٩				
١٦	٤٨	٥٧٢٢	٥٧٦٧				

تابع تمرين ١١ - ٣

١

مقياس الرسم : ١ : ١٠٠٠٠

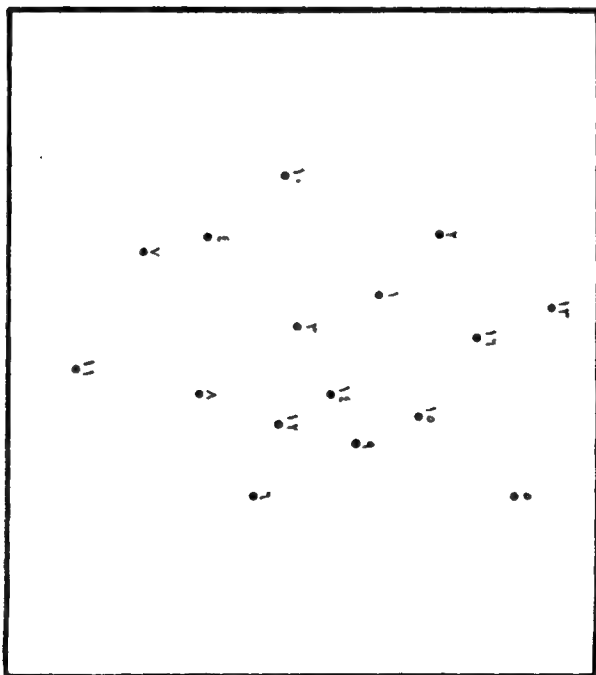


شمال  
↑

تابع تمرين ١١ - ٣

٢

مقياس الرسم : ١ : ١٠٠٠٠

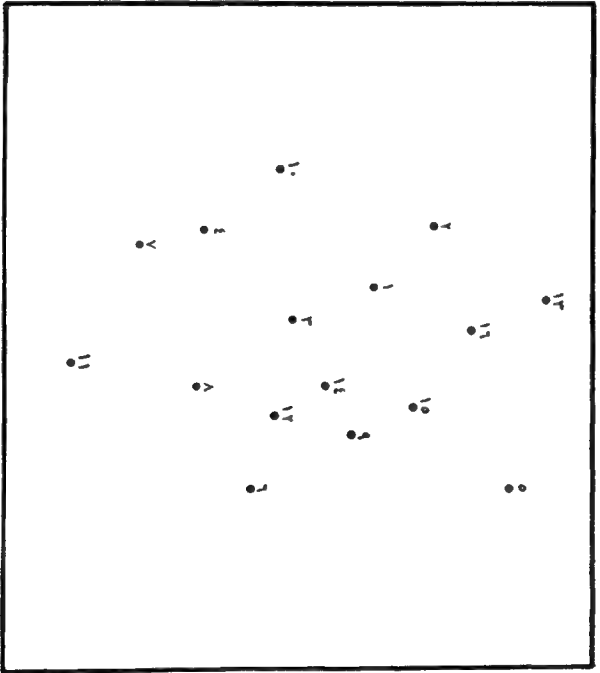




تابع تمرين ١١ - ٣

٣

مقياس الرسم : ١ : ١٠٠٠٠



↑ شمال



### تمرين ١١ = ٤ رسم خارطة الكنتور التراكيبية والساكة والنسب

استعمل المعلومات المعطاه في الجدول لرسم الخرائط التالية :

- (١) ارسم خارطة الكنتور التركيبية للسطح العلوى للطبقة.
- (٢) ارسم خارطة الكنتور التركيبية للسطح السفلي للطبقة.
- (٣) ارسم خارطة الساكة.
- (٤) ارسم خطوط الكنتور التي تمثل نسبة الرمل / الطفل للقيم  $(\frac{1}{8}, 1, 8)$ .
- (٥) ارسم خطوط الكنتور التي تمثل نسبة الرمل والطفل / الصخور الجيرية للقيم  $(\frac{1}{8}, 1, 8)$ .

(٦) استعمل الرموز الموضحة في المثلث لرسم خارطة السحنات.

(٧) فسر الخرائط واكتب عن التاريخ الجيولوجي للمنطقة.

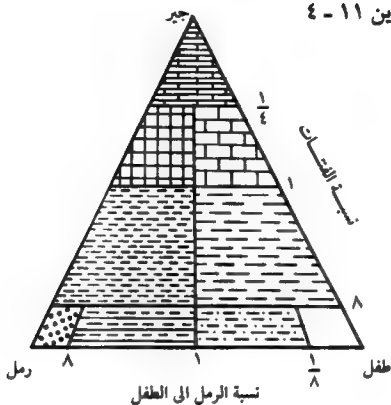
## تابع تحريرين ١١ - ٤

رقم البر	نسوب البر من مبلغ البر	مبلغ الطاقة المدرى	مبلغ الطاقة المطلبة المطل	المسك	مسك الزمل	مسك الطقل	مسك الجبر	نسبة الزمل	نسبة الطقل	نسبة الجبر	نسبة الزمل + الطقل
١	٤٠٣٠	١٣٧٠	-	٢٠	١٣٥٠						
٢	-	-	-	-	-						
٣	٤٤٠٠	١٧٨٠	-	-	١٧٨٠						
٤	٤٣٠٠	١٧٨٠	-	-	١٧٨٠						
٥	٤١٦٠	١٨١٠	-	-	١٨١٠						
٦	٣٣٧٠	٧٣٠	١٢٠	٨٠	٥٣٠						
٧	٣١٨٠	٨٤٠	٣٠٠	٢٤٠	٣٠٠						
٨	-	-	-	-	-						
٩	٣٧٠٠	٨٧٠	-	-	٨٧٠						
١٠	٤٠١٠	١٢٦٠	-	-	١٢٦٠						
١١	٤٢٦٠	١٦٣٠	-	-	١٦٣٠						
١٢	٤٣٣٠	١٧٣٠	-	-	١٧٣٠						
١٣	٣١٨٠	٧٩٠	-	-	٧٩٠						

## تابع تمرين ١١ - ٤

١٣٠	٧٠	—	٦٥٠	٣٥٠٠	١٤
٥٧٠	٤٠	—	٦١٠	٣٤٠٠	١٥
٥٠	١٣٠	٢٠٠	٥٨٠	٣٢٠٠	١٦
١٢٠	١٠٠	٦٩٠	٩١٠	٣٠٠٠	١٧
—	٣٠	٦٠٠	٦٢٠	٣١٥٠	١٨
—	—	—	—	٣٧٧٠	١٩
—	—	٣٠	٣٠	٣٨٥٠	٢٠
—	—	—	—	٣٩٤٠	٢١
—	—	٦٠	٦٠	٣٩٣٠	٢٢
١٧٠	—	—	—	—	٢٣
١٧٠	١٠٠	٩٥	٣٦٥	٣١٩٥	٢٤
—	١٠٠	٣٣٠	٤٣٠	٣٤٠٠	٢٥
٥	١٤٠	٤١٠	٥٥٥	٣٥٠٠	٢٦
١٠	٧١٠	٥٧٠	٧٤٠	٣٣٩٠	٢٧
٣٦٠	٩٠	١٠٥	٤٣٠	٣٠٦٠	٢٨
٤٦٠	—	—	٤٦٠	٣٠٢٠	٢٩
٢٦٠	—	—	٦٢٠	٤٤٠٠	٣٠

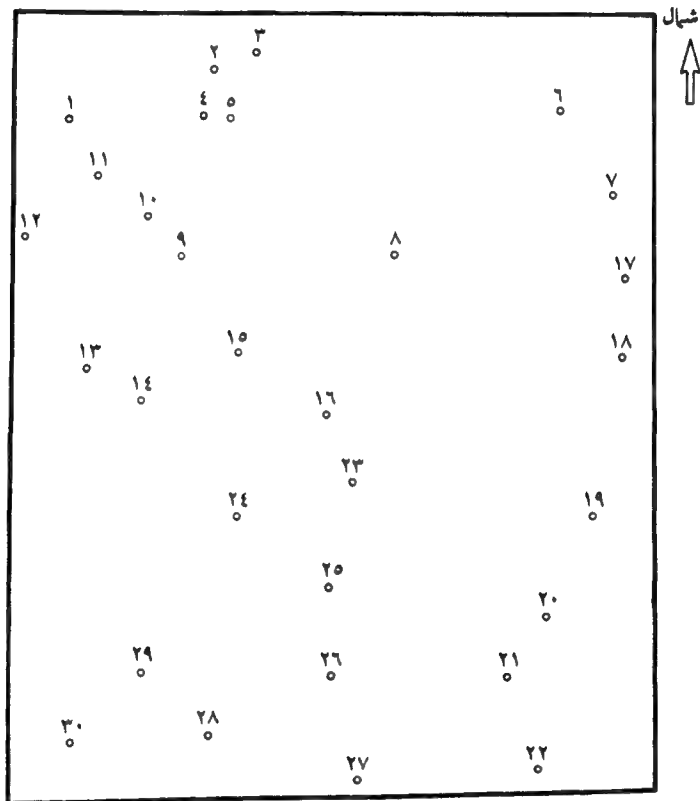
## تابع تمرين ١١ - ٤



اسم الراسب	نسبة الفتات	نسبة الرمل إلى الطفل	مميزات عامة
رمل	$\frac{1}{4} <$	$\frac{1}{4} <$	$< 79\%$ رمل
رمل طفل	$\frac{1}{4} <$	$1 - \frac{1}{4}$	الرمل أكثر من الطفل
طفل رمل	$\frac{1}{4} <$	$1 - \frac{1}{4}$	الطفل أكثر من الرمل
طفل	$\frac{1}{4} <$	$\frac{1}{4} >$	$> 79\%$ طفل
رمل جبري	$1 - \frac{1}{4}$	$1 <$	الرمل أكثر من الجبر
طفل جبري	$1 - \frac{1}{4}$	$1 >$	الطفل أكثر من الجبر
جبر رمل	$1 - \frac{1}{4}$	$1 <$	٥٠ - ٧٠٪ جبر
جبر طفل	$1 - \frac{1}{4}$	$1 >$	الجبر أكثر من الطفل
جبر	$\frac{1}{4} >$	انهي درايت	$< 80\%$ جبر

تابع تمرين ١١ - ٤

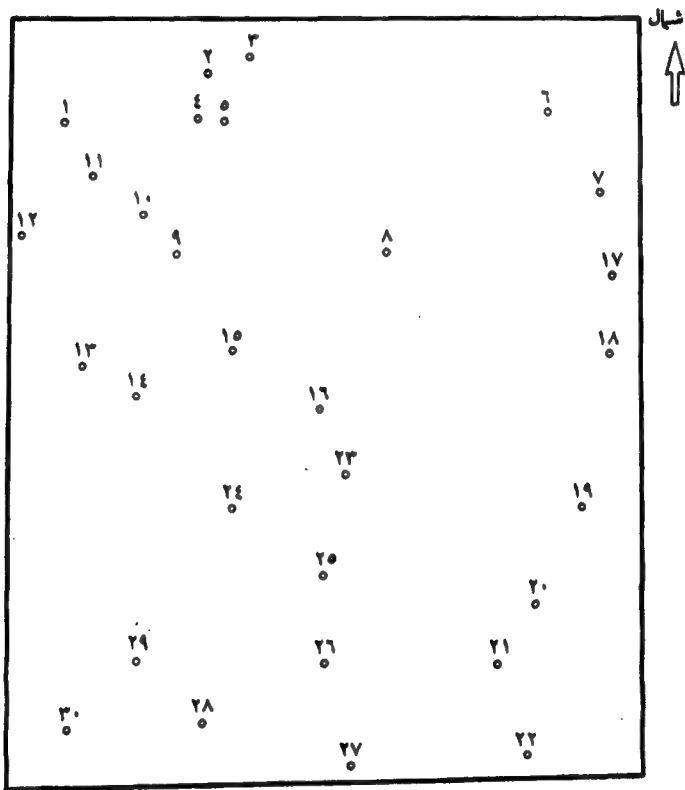
٢ و ١



مقياس الرسم ١ سم = ٢٠٠ متر

تابع تمرين ١١ - ٤

٣

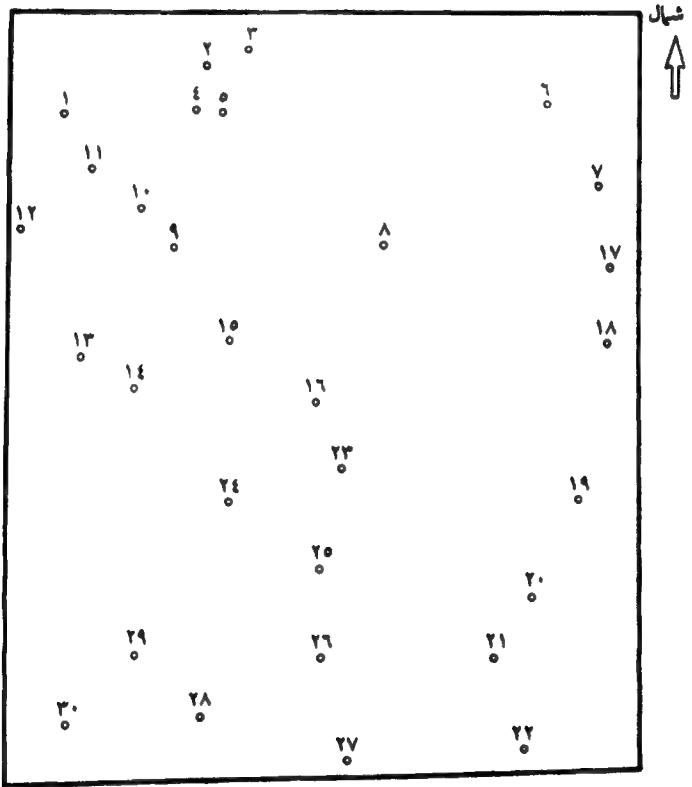


مقياس الرسم ١ سم = ٢٠٠ متر



تابع تمرين ١١ - ٤

٤



مقياس الرسم ١ سم = ٢٠٠ متر

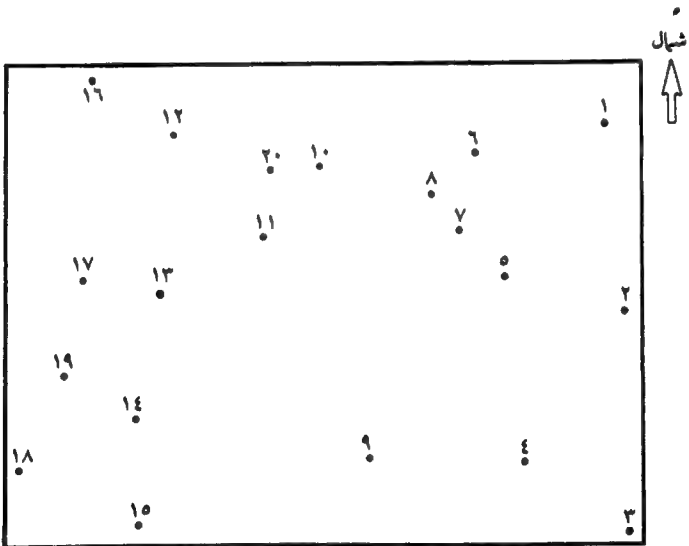


**تمرين ١١ = ٥ رسم خارطة السماكة  
والنسب والسحنات للطبقات وتفسير العلاقة**

مستعنيا بالجدول المرفق ارسم الاتي :

- ١ - خارطة السماكة.
- ٢ - خارطة النسب.
- ٣ - خارطة السحنات.
- ٤ - حدد علاقة الترسيب بالحركات الارضية.

١

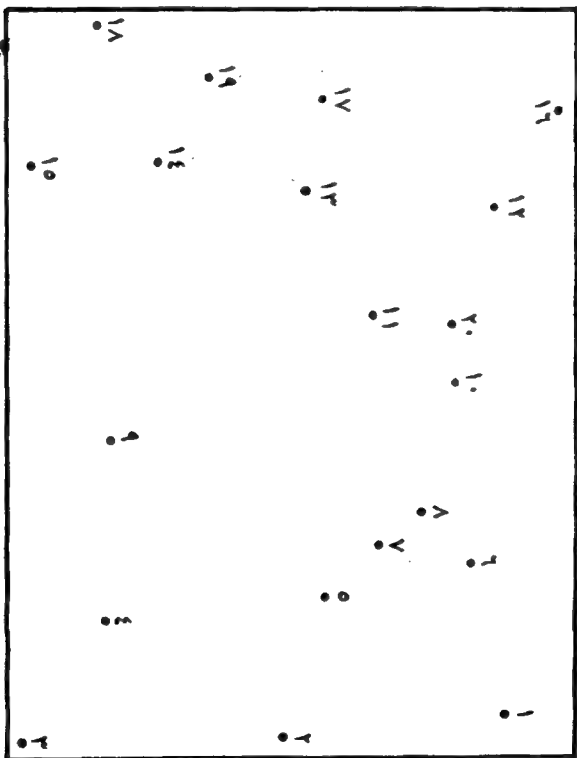


مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر

تابع تمرين ١١ - ٥

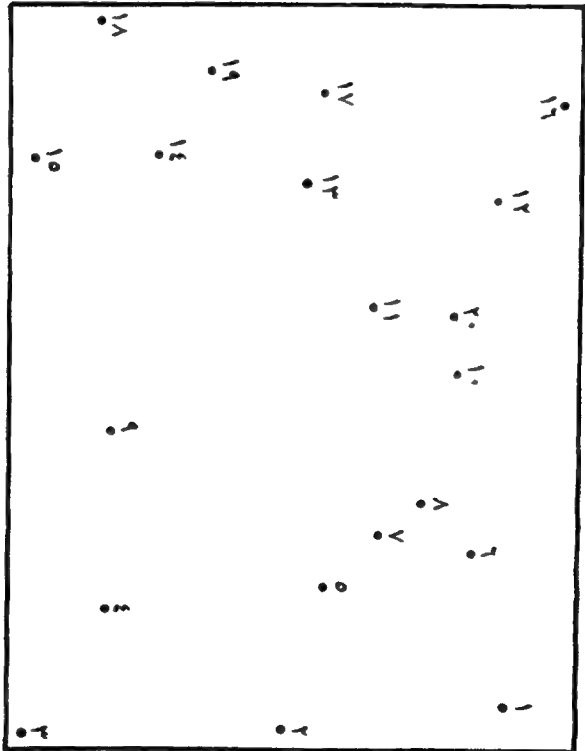
٢

شمال  
→



مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر

تابع تمرين ١١-٥



مقياس الرسم ١ سم = ١٠٠ متر

## تابع تمسين ١١-٥

رقم البئر	سمك الطبقة ومدى	السمك المستر				حجر رمل	طفل + خريسن	حجر الجير	دولوميت	ايبدر ايت
١	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
٢	٥٧٠	-	٧٣٠	١٠٢	٧٣٥	-	٧٣٥	١٠٢	٧٣٥	-
٣	٥٨٠	-	٩٠	١٧٢	٣١٨	-	٣١٨	١٧٢	٣١٨	-
٤	٧٧٥	-	١١٠	٩٨	٥٥٢	-	٥٥٢	٩٨	٥٥٢	١٥
٥	٩٠	-	٩٠	-	-	-	-	-	-	-
٦	٤٣٠	-	٤٠٠	٣٠	-	-	-	٣٠	-	-
٧	١٣٠	-	١٣٠	-	-	-	-	-	-	-
٨	-	-	-	-	٥٧٠	-	٥٧٠	-	-	-
٩	٨٦٠	-	١٤٠	١٣٠	-	-	١٣٠	١٣٠	-	٧٠

تابع جدول تحریر ۱۱-۵

1	10	—	Y4.	—	—	1.
—	—	170	Y40	—	03.	11
—	0	—	00.	Y0	3Y.	1Y
—	Y2	10	Y2Y	1.	0Y.	1Y
—	17.	1A	Y2.	1A	Y0.	13
—	—	1Y2	—	^	7Y.	10
—	—	—	—	—	—	17
—	1Y1	—	Y0.	—	—	1Y
1A	—	134	Y0	Y2	01.	1A
—	—	—	14A	1.	00	14
—	—	—	—	1Y	Y1.	Y.



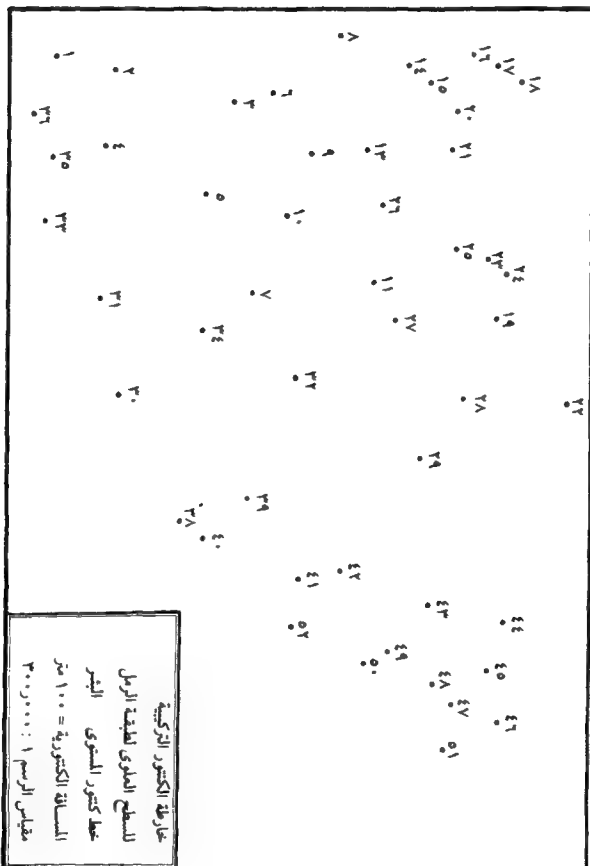


**تمرين ١١ = ٦ رسم خارطة السماكة  
والنسب والسحنات للطبقات، وتفسير العلاقة**

يوضح الجدول المرفق القياسات على الآبار «٥٢» بئر، الموضحة على خرائط المنطقة -  
المطلوب الآتي :

- (١) رسم خارطة الكتور التركيبية للسطح العلوى لطبقة الرمل على أن تكون المسافة الكتورية في الخارطة ١٠٠ متر.
- (٢) رسم خارطة السماكة لطبقة الرمل على أن تكون المسافة الكتورية ١٠٠ متر.
- (٣) رسم خارطة النسب.
- (٤) رسم خارطة السحنات.
- (٥) فسر الخرائط واكتب عن علاقة الترسيب بالحركات الارضية التي حدثت في المنطقة.

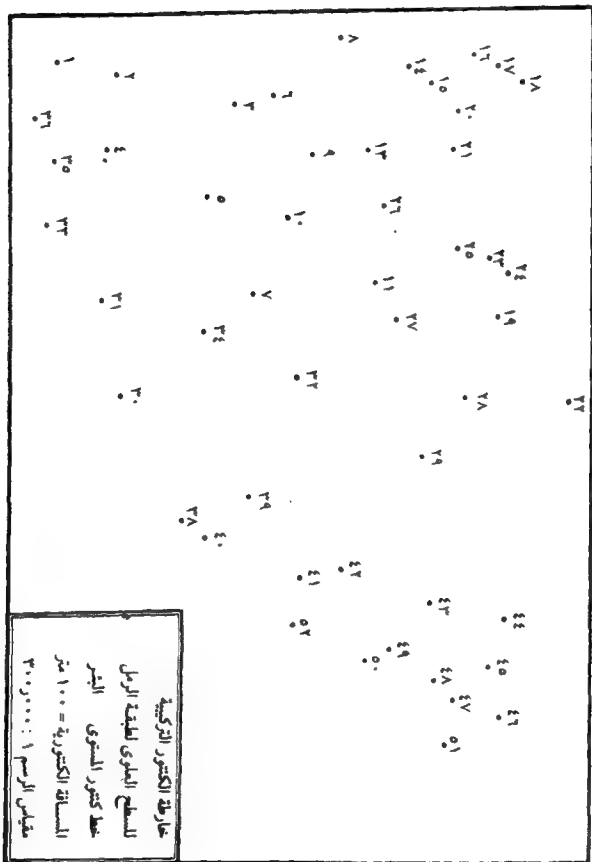
## تابع تمرين ١١ - ٦



شمال  
→

تابع تمرين ١١ - ٦

٢

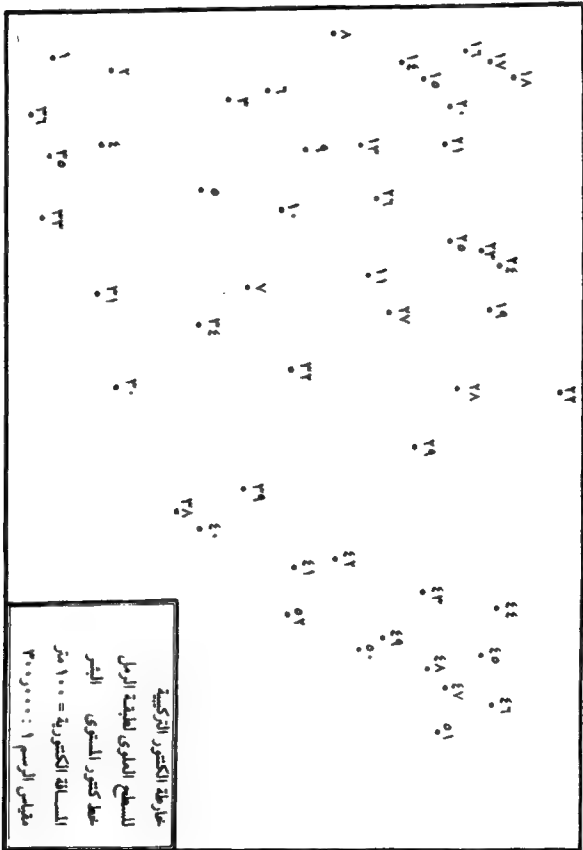


شمال



تابع تمرين ١١ - ٦

٤



شمال

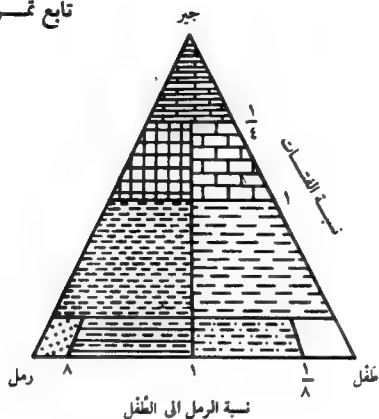
## جدول تمرين ١١ - ٦

رقم البئر	مستوى البحر	الطبقة المطوية	مق سطح الطبقة السفلى	المسكن	سمك الرمال	سمك الغضل	سمك الجير	نسبة الرمال	نسبة الغضل	نسبة الجير	نسبة الرمال الى الغضل
١	١٠٢	٧٥٢	١٢٧٠	٤٧٣٣	٣ر٩	٥٦٨ر٨					
٢	٢١٠	٨٤٠	١٣٧٠	٥١ر٤	٣ر٤	٦٧٥ر٤					
٣	٣	٥٣٣	٨٥٠	٦٨ر٦	٧ر٦	٢٥٣ر٨					
٤	٥٠	٧٥٠	١٥٣٠	٧٧ر٣	٥ر١	٧٤٧ر٧					
٥	صفر	٦٦٥	١٢٢٥	١٦٠ر٠	٢٦ر٧	٣٧٣ر٣					
٦	٦٣	٥٣٨	٥٦٥	٥٥ر٤	٧ر٩	١٢٦ر٧					
٧	٧٥	٧٥٥	١١٣٠	٣٣ر٥	٣ر٧	٤١٢ر٨					
٨	٩٥	٥٩٠	٩٤٥	١٥٨ر٨	٢٦ر٥	٢٦٤ر٧					
٩	صفر	٤٨٠	٥٩٠	٣٤ر٧	١٧ر٤	٥٧ر٩					
١٠	٢٠	٥٦٥	٧٥٥	٢٦ر٣	٣٤ر٧	١٠٠ر٠					
١١	٥٥	٦٣٥	٧١٥	١٧ر١	٤٢ر٨	٧٥ر٠					
١٢	٧٠	٦٤٥	٦١٥	٢٧ر٨	٥ر٦	٦٦ر٦					
١٣	٩٥	٦٠٠	٨٢٥	١٠٠ر٠	٢٠ر٠	٢٠٠ر٠					

## تابع جدول تمرين ١١-٦

٥٧٥	١٧٣	١٥٥,٢	٥٩٠	٣٩٣	٣٣	١٤
٥١٦	٣٣٥	٣٣٤,٧	٦٦٥	٢٥٠	١٠٥-	١٥
٤٢٨	١٣١	٢٦٢,٠	٦٥٠	٣٦٥	١٥	١٦
٨٦	٣٢٢	٤٨٢	٤٢٠	٣٦٠	صفر	١٧
-	-	-	٣٨٠	٤٦٠	٨٠	١٨
٧٦٥	٧٨٢	٧٥,٣	٤٤٠	٩٠٠	٩٠	١٩
١٢٥	٣١٢	٦,٣	٤٢٠	٤٢٥	٥٥	٢٠
-	-	-	٤٢٠	٣٦٠	٦٠-	٢١
٨٨٢	٣٢٥	٢٩٢,٧	١٠١٠	٣٩٠	٧٠	٢٢
-	-	-	٦٧٠	٦٥٥	١٥-	٢٣
٦,٢	٢,٢	١,٥	٧٦٠	٧٧٠	٢٠	٢٤
٧٣٥	٧,٤	٤٤,١	٦٥٥	٥٤٥	١٥	٢٥
٥٦٩	٢٠,٦	١٦,٥	٦٠٥	٥١٥	صفر	٢٦
١٠٨٣	١٤,٥	٧٢,٢	٧٢٥	٦٣٠	صفر	٢٧
١٥٠,٠	٦,٠	٢٤,٠	١٠١٠	٨٤٥	١٥	٢٨
٤٨١,٣	٢,١	٣١,٦	١٣٢٠	٨٠٥	صفر	٢٩
٣٣٥	١,٦	١٤,٩	١٥٥٠	١٠٥٠	١٠٠-	٣٠

## تابع تمرين ١١ - ٦



اسم الراسب	نسبة الفتات	نسبة الرمل الى الطقل	مميزات عامّة
رمل	$\frac{1}{8} <$	$\frac{1}{8} <$	$< 79\%$ رمل
رمل طقل	$\frac{1}{8} <$	$\frac{1}{8} - 1$	الرمل أكثر من الطقل
طقل رمل	$\frac{1}{8} <$	$1 - \frac{1}{8}$	الطقل أكثر من الرمل
طقل	$\frac{1}{8} <$	$\frac{1}{8} >$	$> 79\%$ طقل
رمل جير	$\frac{1}{8} - 1$	$1 <$	الرمل أكثر من الجير
طقل جير	$\frac{1}{8} - 1$	$1 >$	الطقل أكثر من الجير
جير رمل	$1 - \frac{1}{8}$	$1 <$	$50 - 70\%$ جير
جير طقل	$1 - \frac{1}{8}$	$1 >$	الجير أكثر من الطقل
جير	$\frac{1}{8} >$	أنتهلايت	$< 80\%$ جير



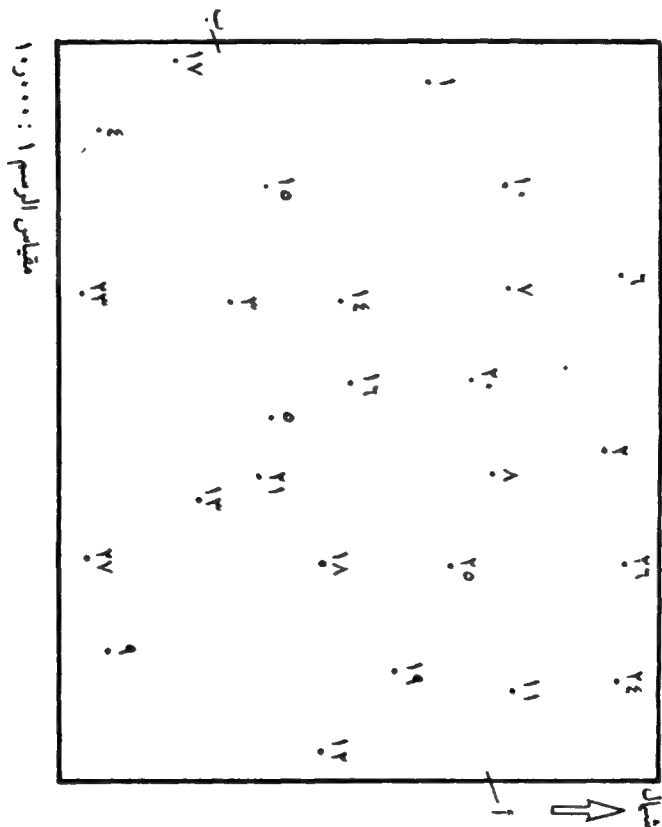
## تمرين ١١ = ٧ رسم خارطة السماكة والصدع ورسم القطاع

رقم البئر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
سمك الطبقة	٣١	٧٠	٢٥	٣٩	١٧	٣٥	١٥	٨٤	٦٦
رقم البئر	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
سمك الطبقة	٢٢	١٠٨	١٠٥	٥٧	٢٣	٣٣	١٨	٤٢	٨٨
رقم البئر	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧
سمك الطبقة	١١٢	٦٨	٦٠	٦٥	٣٣	٩٥	٩٩	٨٠	٤١

استعمل المعلومات المعطاه في الجدول لسمك الوحدة الطبقة . . .

- ١ - ارسم خارطة السماكة بمسافة كنتورية ١٠ متر.
- ٢ - وضع على الخارطة مكان الصدع وحدد اتجاه رمية الصدع.
- ٣ - ارسم القطاع أ ب .

## تابع تمرين ١١ - ٧



### تمرين ١١ = ٨ رسم خارطة الكنتور التراكيبية والسماكة والنسب والسحنات وتفسير التاريخ الجيولوجي للمنطقة

استعمل المعلومات المعطاه في الجدول المرفق لرسم الخرائط التالية :

- (١) ارسم خارطة الكنتور التركيبية للسطح العلوى للطبقة .
- (٢) ارسم خارطة الكنتور التركيبية للسطح السفلي للطبقة .
- (٣) ارسم خارطة الكنتور .
- (٤) ارسم خطوط الكنتور التي تمثل نسبة الرمل / الطُفْل للقيم  $\frac{1}{8}$  ، ١ ، ٨ .
- (٥) ارسم خطوط الكنتور التي تمثل نسبة الرمل والطُفْل / الصخور الجيرية للقيم  $\frac{1}{8}$  ، ١ ، ٨ .
- (٦) استعمل الرموز الموضحة في المثلث لرسم خارطة السحنات .
- (٧) فسر الخرائط واكتب عن التاريخ الجيولوجي للمنطقة .

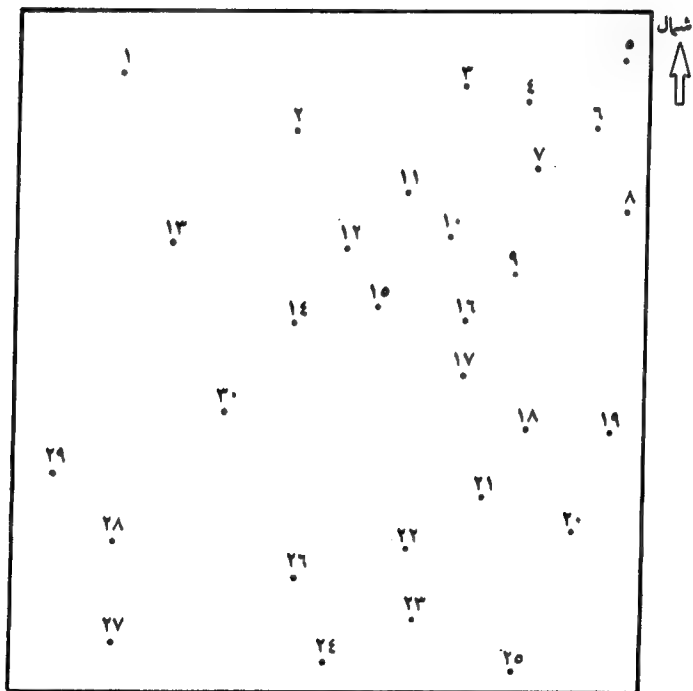
## تابع تحرير ١١-٨

رقم البر	نسبة البر من سطح التحرير	الطاقة الطاقة المطوي	الطاقة الطاقة السطح	المسك	مسك الزمل	مسك الأنفل	مسك البر	نسبة الزمل	نسبة الأنفل	نسبة البر	نسبة الزمل + أنفل البر
١	٥٠٢	٢١٢٧	٢٢٧٩	١٥٢	٥	١٥	١٢٢				
٢	٦١٠	٢٨٩٠	٣٣٥٠	٤٦٠	٣٠	١٥٥	٣٧٥				
٣	٦٠٠	٣٤١٠	٤٠٠٠	٥٩٠	٧٠	٣٧٢	١٤٨				
٤	٦٥٠	٣٦٤٠	٤٢٤٠	٦٠٠	٤٥	١٠٠	٤٥٥				
٥	٦٦٥	٤٢٧٥	٤٩١٥	٦٤٠	٨٥	٤٢٥	١٣٠				
٦	٦٤٠	٣٧٤٠	٤٥٨٥	٨٤٥	٥٥	٦٧٥	١١٥				
٧	٦٣٠	٣٥٧٠	٤١٢٠	٧٥٠	٥٠	٤٠٠	٣٠٠				
٨	٦٢٥	٣٥٥٠	٤٦٥٠	١١٠٠	٣٠	٩٧٠	١٠٠				
٩	٦١٠	٣٧٦٠	٣٤٥٥	٦٩٥	١٤٠	٤٥٠	١٠٥				
١٠	٦١٥	٣٨٨٥	٣٤٧٠	٥٨٥	٣٠	١٠٥	٤٥٠				
١١	٦٣٥	٣٠٣٥	٣٦٦٥	٦٣٠	٩٥	٢٢٠	٣١٥				
١٢	٦٢٥	٣٧٧٥	٣٣١٥	٥٤٠	١١٠	٢١٠	٢٢٠				
١٣	٦٢٠	٣٣٧٠	٣٦٨٠	٣١٠	٢٠	٤٠	٢٥٠				



تابع تمرين ١١ - ٨

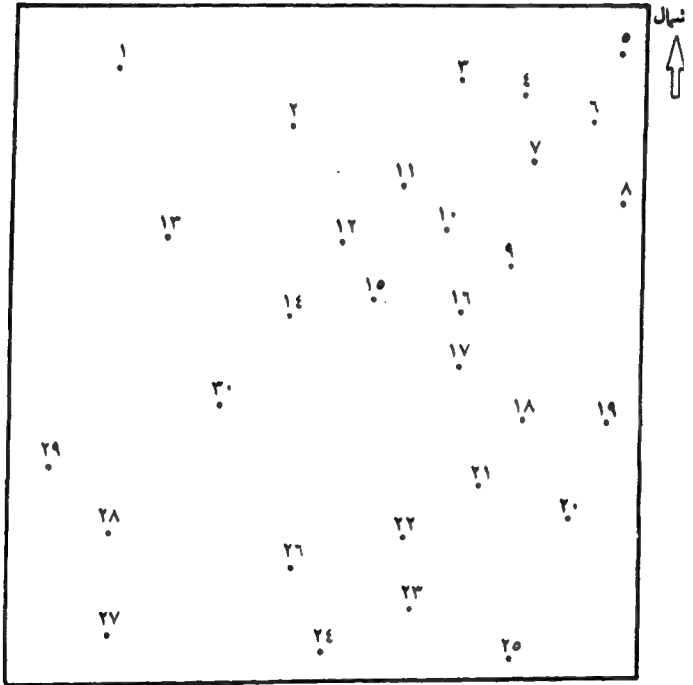
١



مقياس الرسم ١ سم = ٥ كلم

تابع تمرين ١١ - ٨

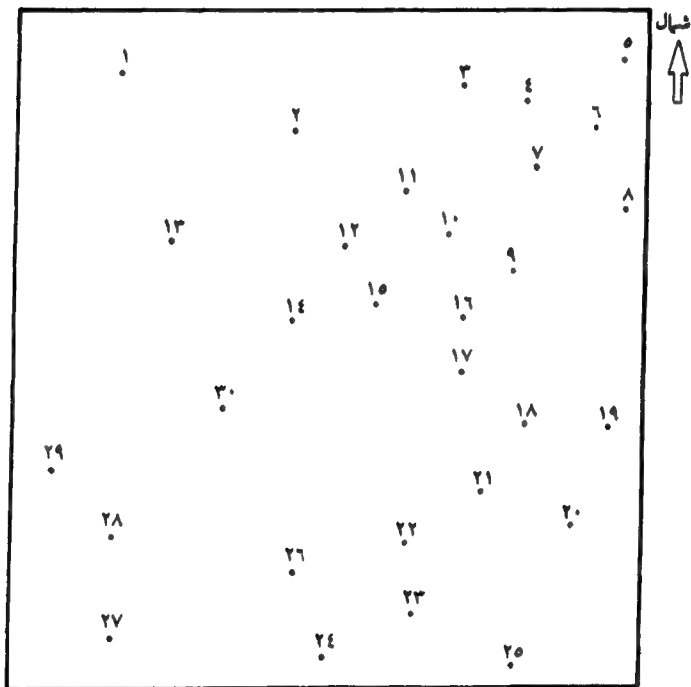
٢



مقياس الرسم ١ سم = ٥ كلم

تابع تمرين ١١ - ٨

٣

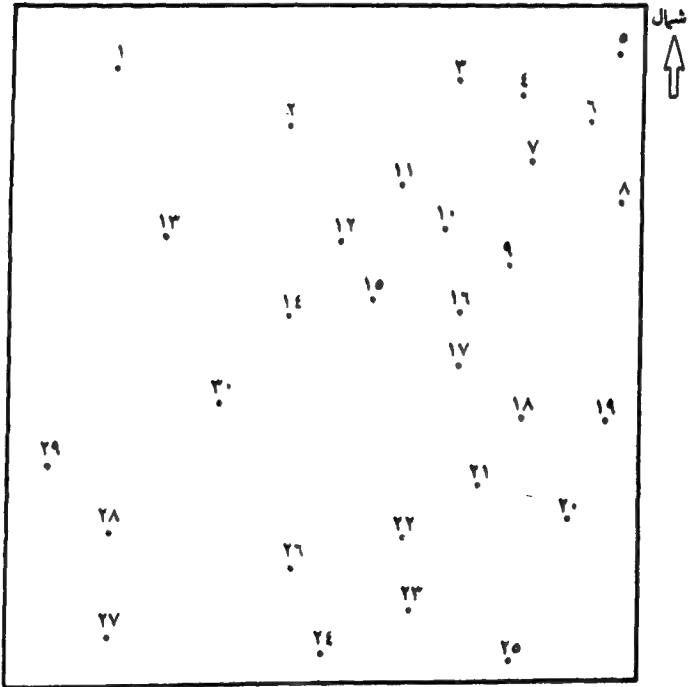


مقياس الرسم ١ سم = ٥ كلم



# تابع تمرين ١١ - ٨

٤



مقياس الرسم ١ سم = ٥ كلم



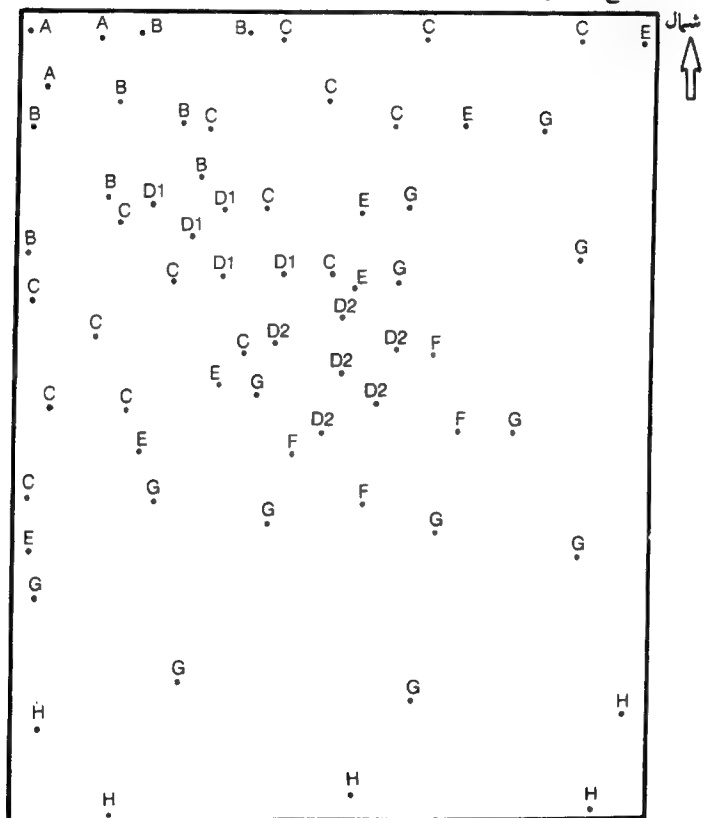
### تمرين ١١ = ٩ رسم بيئات لترسيب وتحديد نوع الصخر ومصدره

DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS	بيئات الترسيبات	FACIES DESCRIPTIONS	نوع السححات
A.	١	Arkose breccia.	أركوز بريشيا
B.	٢	Arkose conglomerate.	أركوز مدملك
C.	٣	Shales and siltstones, black and brown;	طفل وغرين
C	٣	isolated plants fragments, rare mud-cracks. Cut by dirty sandstone channels.	
D 1	٤	Dirty sandstone, mostly quartz with feldspar, mica (rare), and clay, cross-bedded in braided channels	حجر رمل غير نظيف
D. 2	٥	Dirty sandstone in cross-bedded channels, channels cut into siltstones shales and rare coal layers	حجر رمل غير نظيف به طفل وغرين
E	٦	Clean (quartz) sand, occasional cross-bedding	رمل نظيف
F	٧	Sandy-siltstones and siltstones; in alternating layers, sparse brackish (mixed fresh and salt water) fossil shells	حجر غرين رملي
G	٨	Shale, marine fossils.	طفل به أحافير بحرية
H	٩	Micrite limestone, black, marine fossils	حجر جبر دقيق التبلور

مستعينا بالمعلومات الموضحة على الجدول أعلاه:

- ١ - ارسم على الخارطة بيئات الترسيب المختلفة.
- ٢ - حدد اتجاه مصدر الرواسب.
- ٣ - ماهو نوع صخر المصدر وما يتكون الصخر.

تابع تمرين ١١ - ٩



مقياس الرسم ١ سم = ٥٠٠ متر

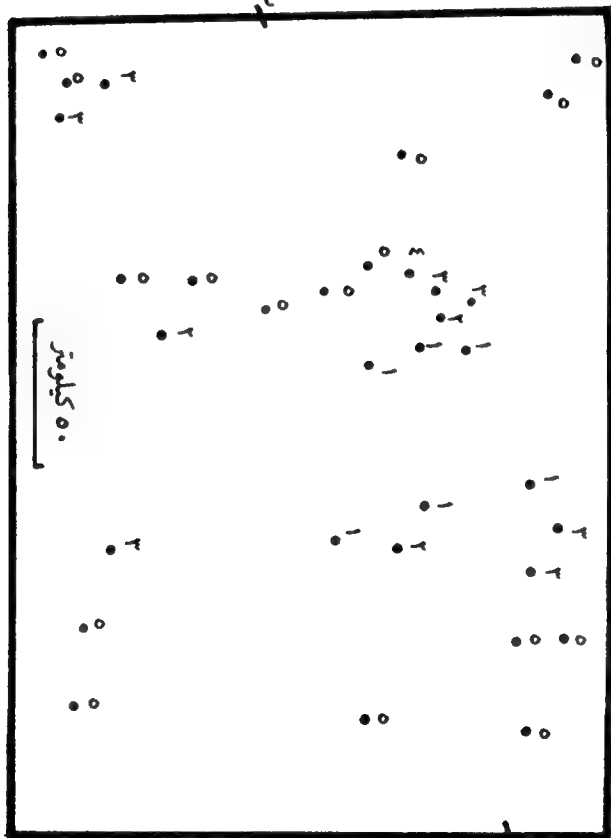
### تمرين ١١ = ١٠ رسم الخارطة الجغرافية القديمة وتحديد البيئات

رقم الأحفورة	اسم الأحفورة	العمق (متر)
١	Euphemitopsis	صفر - ١٠
٢	Breachiopods	١٠ - ٣٠
٣	Chonetid	١٠ - ٣٠
٤	Coral	٣٠ - ٩٠
٥	Fusulinds	٦٠ - ٢١٠

#### المطلوب :

- (١) ارسم الخارطة الجغرافية القديمة.
- (٢) ارسم القطاع أ - ب ووضح عليه البيئات الرئيسية.
- (٣) اكتب عن البيئات الرئيسية في المنطقة.

تابع تمرين ١١ - ١٠



### تمرين ١١ = ١١ رسم بيانات الترسيب وتحديد نوع الصخر ومصدره

بيئات الترسيب	نوع السحنات
أ- _____	أركوز بريشيا
ب- _____	أركوز مدملك
ج- _____	طُفْل وغرين
د- _____	حجر رمل غير نظيف
هـ- _____	حجر رمل غير نظيف
و- _____	به طُفْل وغرين
ز- _____	رمل نظيف
ح- _____	حجر غرين رملي
	طُفْل به أحافير بحرية
	حجر جير مكريستي

مستعينا بالمعلومات الموضحة على الجدول أعلاه :

- ١ - ارسم على الخارطة بيئات الترسيب المختلفة.
- ٢ - حدد اتجاه مصدر الرواسب.
- ٣ - ماهو نوع صخر المصدر وما يتكون الصخر.





## الباب الثاني عشر

### تمارين

تمارين ١٢ - ١	المضاهاة
تمارين ١٢ - ٢	خارطة التركيب البنائي
تمارين ١٢ - ٣	الرسم النسيجي
تمارين ١٢ - ٤	المضاهاة
تمارين ١٢ - ٥	التسجيلات الكهربائية
تمارين ١٢ - ٦	التسجيلات الكهربائية
تمارين ١٢ - ٧	التسجيلات الكهربائية
تمارين ١٢ - ٨	التسجيلات الكهربائية
تمارين ١٢ - ٩	التسجيلات الكهربائية
تمارين ١٢ - ١٠	التسجيلات الكهربائية
تمارين ١٢ - ١١	التسجيلات الكهربائية
تمارين ١٢ - ١٢	التسجيلات الكهربائية



### تكوين ١٢ = ١ المضاهاة

حفرت ثلاثة آبار - البئر الأولى في الشمال والثالثة في الجنوب والمسافة بين كل بئر والأخرى ٨٠٠ متر والجداول يوضح نوع الصخور التي وجدت في كل بئر وعمقها

والغريب هو:

- ١ - رسم القطاع العمودي الجيولوجي لكل بئر بقياس رسم ١ سم = ١٠٠٠ متر.
- ٢ - مضاهاة الأبار الثلاثة.
- ٣ - اعطاء نبذة عن التاريخ الجيولوجي للمنطقة.

نوع الصخر رقم البئر	أبديريت Anthy	حجر رمل Sand	الملك Cong	الطفل Shale	أبديريت Anthy	حجر رمل Sand	مُذْمَلِك Cong	طفل Shale	الملك Thick in meter
١	صفر	٥٤٠٠	٧٢٠٠	١٤٠٠	-	-	-	-	١٢٠٠٠
٢	صفر	٣٢٠٠	٤٦٠٠	-	٦٠٠٠	٧٤٠٠	٩٠٠٠	١٣٢٠٠	١٤٠٠٠
٣	صفر	٥٢٠٠	٦٦٠٠	٠٧٠٠	-	-	١٤٠٠٠	١٥٠٠٠	١٥٢٠٠



## تمرين ١٢ = ٢ خارطة التركيب البنائي

في هذه المنطقة حفرت ٧ آبار بترولية وإذا كانت المسافة بين هذه الابار كالآتي :

في رقم ١ الى بئر رقم ٢ = ٤٠٠ متر

في رقم ٢ الى بئر رقم ٣ = ٢٠٠ متر

في رقم ٣ الى بئر رقم ٤ = ١٥٠ متر

في رقم ٤ الى بئر رقم ٥ = ٣٠٠ متر

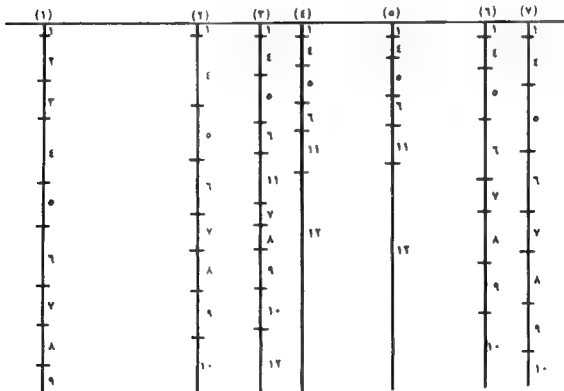
في رقم ٥ الى بئر رقم ٦ = ٣٠٠ متر

في رقم ٦ الى بئر رقم ٧ = ١٥٠ متر

١ - ارسم القطاع الجيولوجي للمنطقة.

٢ - تحديد نوع التركيب البنائي.

٣ - الكتابة عن علاقة الترسب بالحركات الارضية في هذه المنطقة.





## تمرين ١٢ = ٣ الرسم التفسيري

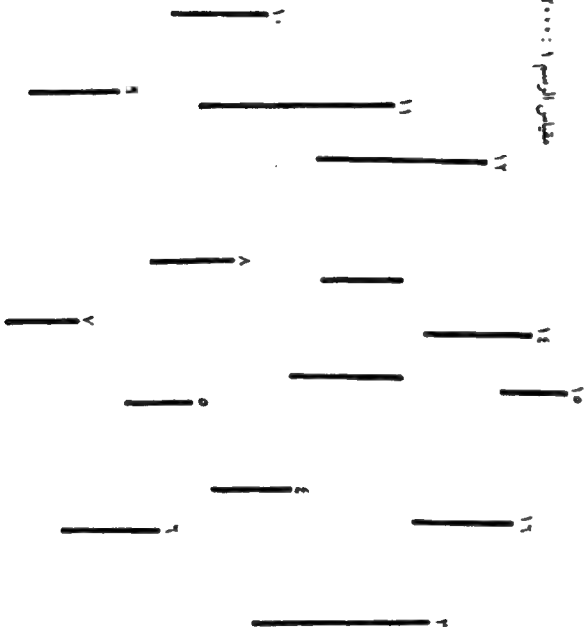
استعمل المعلومات الموضحة في الجدول المرفق وارسم على الخارطة القطاعات العمودية على الابر بمقياس رسم ١ سم = ٢٠٠٠ متر ثم لون كل طبقة بلون معين ومن ثم أوصل أسطح الطبقات على شكل قطاعات حائطية (Panel diagram). نلاحظ أن الشكل يوضح توزيع الطبقات تحت سطح الأرض والمطلوب :

- ١ - ماهي الطبقة التي يحدها من أسفل سطح عدم التوافق .
- ٢ - هل يوجد أكثر من سطح واحد لعدم التوافق . اذ كانت الاجابة نعم قارنهم بـ سطح عدم التوافق في سؤال ١).
- ٣ - هل يوجد دليل على أن هنالك تراكيب (Overlap) وما هي الطبقات .
- ٤ - هل توجد أي ميزات اذا وصلنا السمك الكلي في كل بئر .
- ٥ - تكلم باختصار عن التاريخ الجيولوجي للمنطقة .

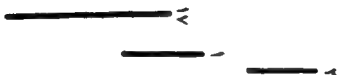




مطابق الرسم ١ : ٢٠٠٠



تابع تمرين ١٢ - ٣





## تمرين ١٢ = ٤ المضاهاة

- يوضح القطاع المرفق أن سبعة آبار حفرت في المنطقة وفي كل بئر وجدت صخور معينة على عمق محدد في كل بئر والمطلوب هو:
- ١ - مضاهاة الآبار ورسم القطاع الجيولوجي .
  - ٢ - ماهو نوع البنية التركيبية .
  - ٣ - تكلم عن التاريخ الجيولوجي للمنطقة .

## الدليل

رواسب

١

حجر رمل

٤ ٨ ١٠

طُفْل

٢ ٥ ٧ ٩

حجر جير

٦

أنهيدرايت

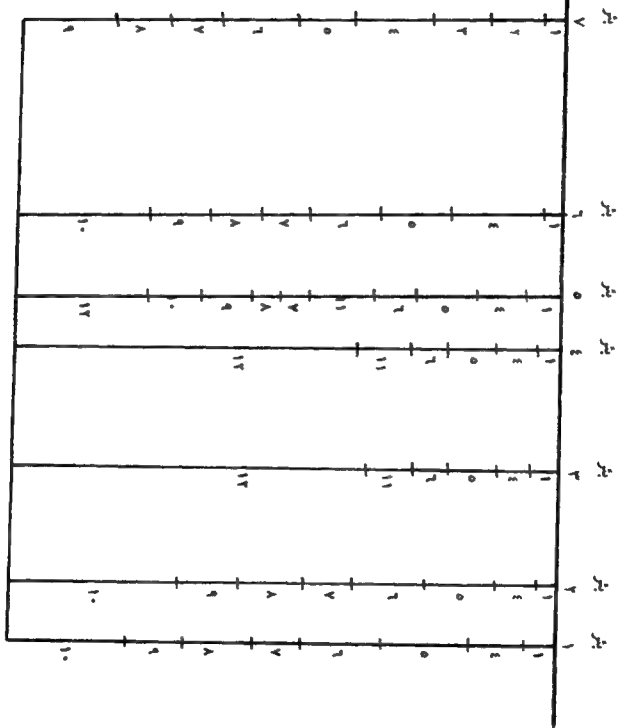
٣ ١١

حجر الملح

١٢

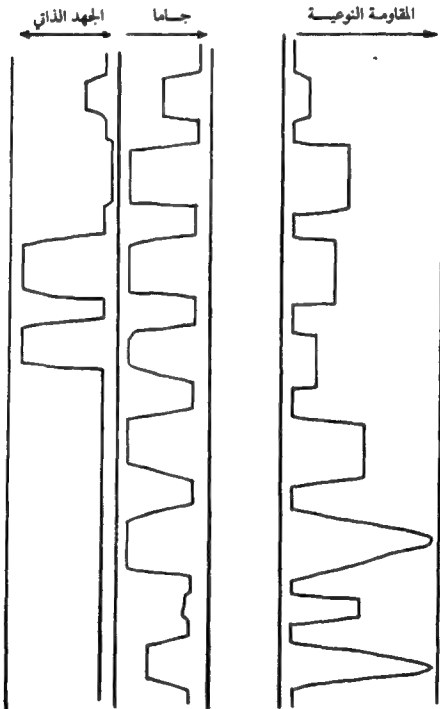
## تابع تمرين ١٢ - ٤

سطح الأرض

مقياس الرسم  
: ١ : ١٠٠٠٠٠

## تمرين ١٢ - ٥ التسجيلات الكهربائية

حفرت بئر في منطقة بها طبقات من الطين وحجر الرمل يحتوي على ماء وطبقة من حجر الرمل الطينية وطبقة من حجر رمل بها نفط وطبقة من حجر الرمل بها ماء مالح وطبقة من حجر الجير وطبقة من الانهيدرايت .  
ادرس بعناية التسجيلات ثم ادرس العمود الطبقي موضحا عليه الطبقات .

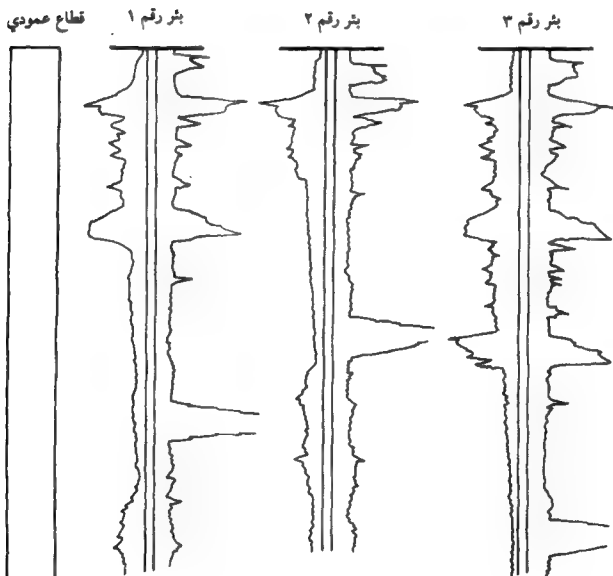




### تمرين ١٢ - ٦ التسجيلات الكهربائية

يظهر الرسم تسجيلات كهربائية لثلاث آبار توجد على مسافات متباعدة في نقطة ما -  
والمطلوب :

- ١ - ادرس بعناية منحنيات الآبار SP. Resistivity وأعماق الآبار ثم اعمل مضاهاة  
فيما بين الثلاث آبار مستعينا بالطبقات المرشدة والطبقات البين مرشدة  
.Key bed and interval correlation







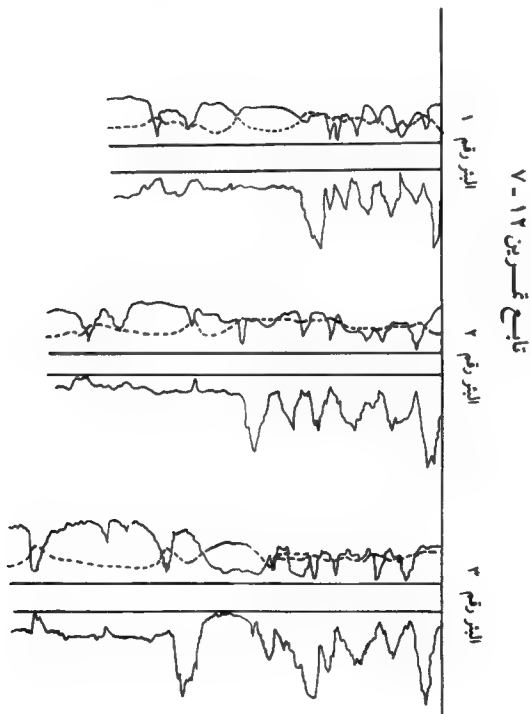
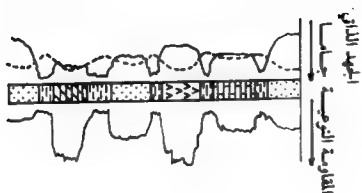
**تمرين ١٢ = ٧ التسجيلات الكهربائية**

يظهر الرسم المرفق تسجيلات كهربائية لأبار توجد على مسافات متباعدة في منطقة ما والمطلوب :

(١) ادرس بعناية منحنيات المقاومة وأشعة جاما والجهد الذاتي والمقاومة النوعية -  
اعمل مضاهاة بين الثلاث آبار مستعينا بالطرق التي تستعملها في مضاهاة:  
القطاعات التحتسطحية.

(٢) ارسم الاستنتاج الصخري للتتابعات الصخرية للأبار في العمود الجيولوجي للمنحنيات.

(٣) اذكر أهم ما تستنتجه من التتابعات الطبقيّة لهذه الأبار.



**تمرين ١٢ = ٨ التسجيلات الكهربائية**

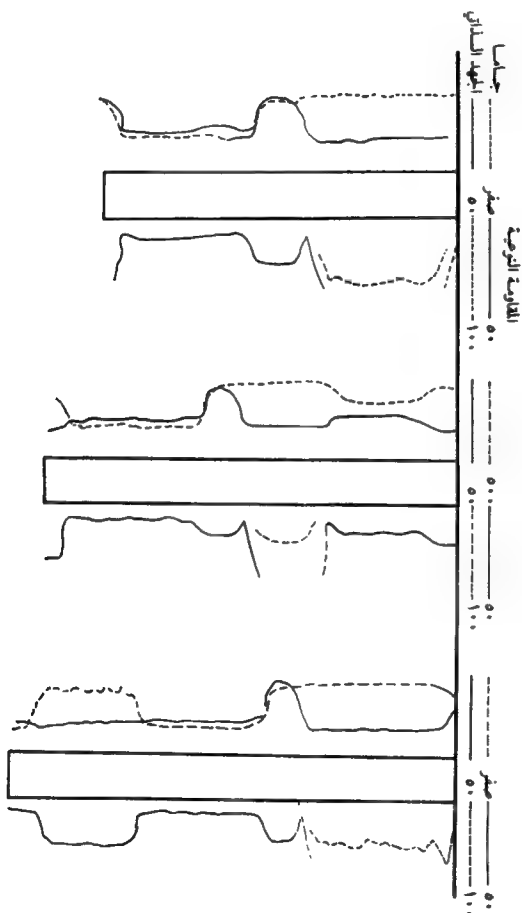
يظهر الرسم المرفق تسجيلات كهربائية لأبار توجد على مسافات متباعدة في منطقة ما والمطلوب :

(١) ادرس بعناية منحنيات المقاومة وأشعة جاما والجهد الذاتي والمقاومة النوعية - اعمل مضاهاة بين الثلاث آبار مستعينا بالطرق التي تستعملها في مضاهاة: القطاعات التحتسطحية.

(٢) ارسم الاستنتاج الصخري للتابعات الصخرية للأبار في العمود اليّين للمنحنيات.

(٣) اذكر أهم ماتستنتجة من التتابعات الطبقيه لهذه الابار.

## تابع تمرين ١٢ - ٨



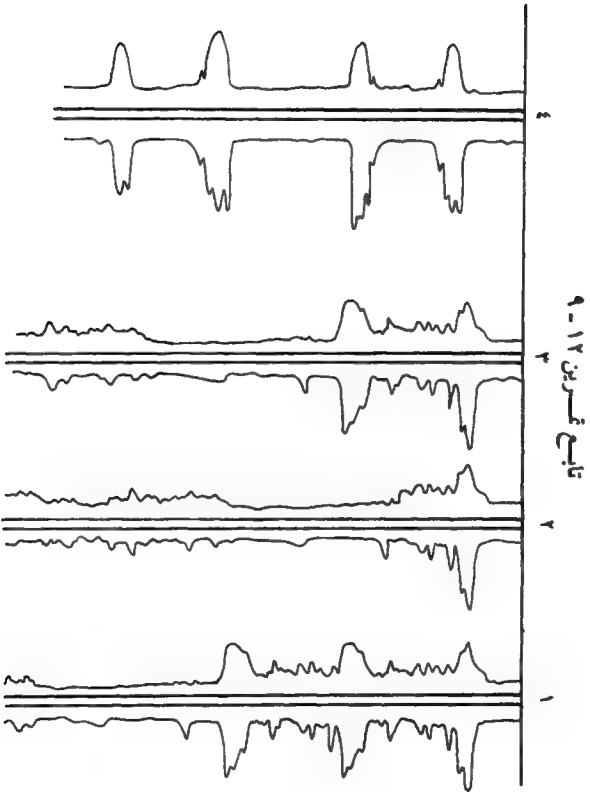
**تمرين ١٢ - ٩ التسجيلات الكهربية**

يظهر الرسم المرفق تسجيلات كهربية لآبار توجد على مسافات متباعدة في منطقة ما والمطلوب :

(١) ادرس بعناية منحنيات المقاومة وأشعة جاما والجهد الذاتي والمقاومة النوعية - اعمل مضاهاة بين الثلاث آبار مستعينا بالطرق التي تستعملها في مضاهاة: القطاعات التحتسطحية .

(٢) ارسم الاستنتاج الصخري للتابعات الصخرية للآبار في العمود اليّين للمنحنيات .

(٣) اذكر أهم ما تستنتجه من التتابعات الطبقة لهذه الآبار .



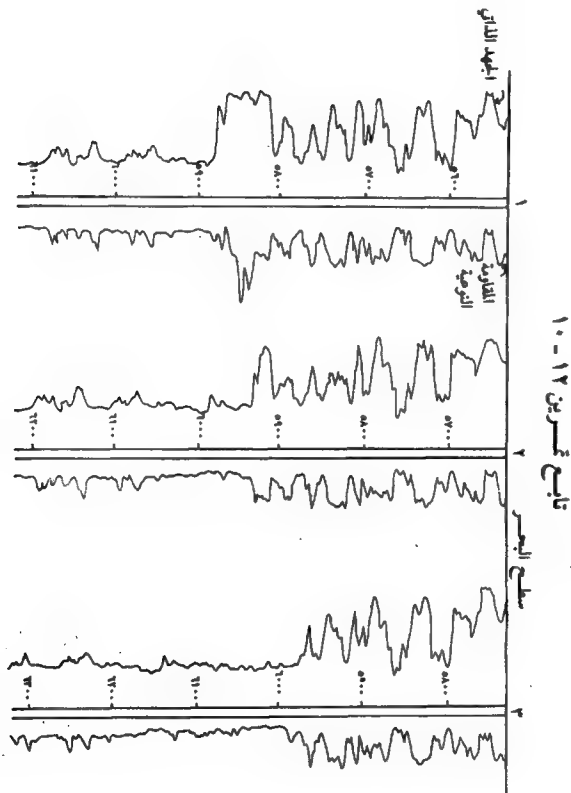
**تمرين ١٢ - ١٠ التسجيلات الكهربائية**

يظهر الرسم المرفق تسجيلات كهربائية لأبار توجد على مسافات متباعدة في منطقة ما والمطلوب :

(١) ادرس بعناية منحنيات المقاومة وأشعة جاما والجهد الذاتي والمقاومة النوعية -  
اعمل مضاهاة بين الثلاث آبار مستعينا بالطرق التي تستعملها في مضاهاة:  
القطاعات التحتسطحية.

(٢) ارسم الاستنتاج الصخري للتابعات الصخرية للأبار في العمود البين  
للمنحنيات.

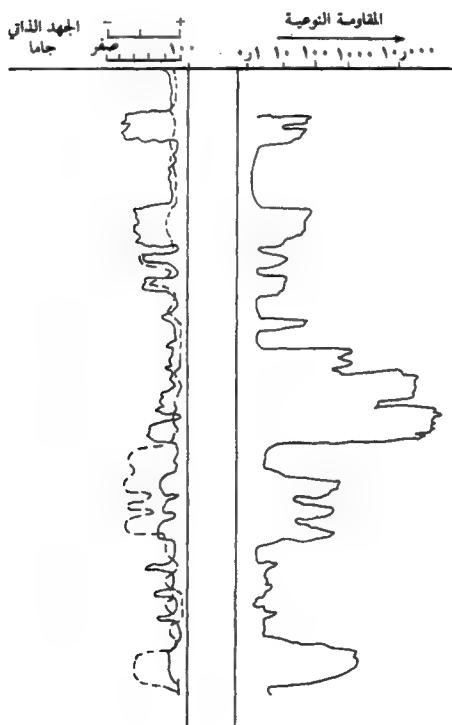
(٣) اذكر أهم ماتستنتجة من التابعات الطبقة لهذه الابار.





## تمرين ١٢ - ١١ التسجيلات الكهربائية

ادرس بعناية تسجيلات المقاومة النوعية والجهد الذاتي وجاما ثم ارسم العمود الجيولوجي للطبقات.





**تمرين ١٢ = ١٢ التسجيلات الكهربائية**

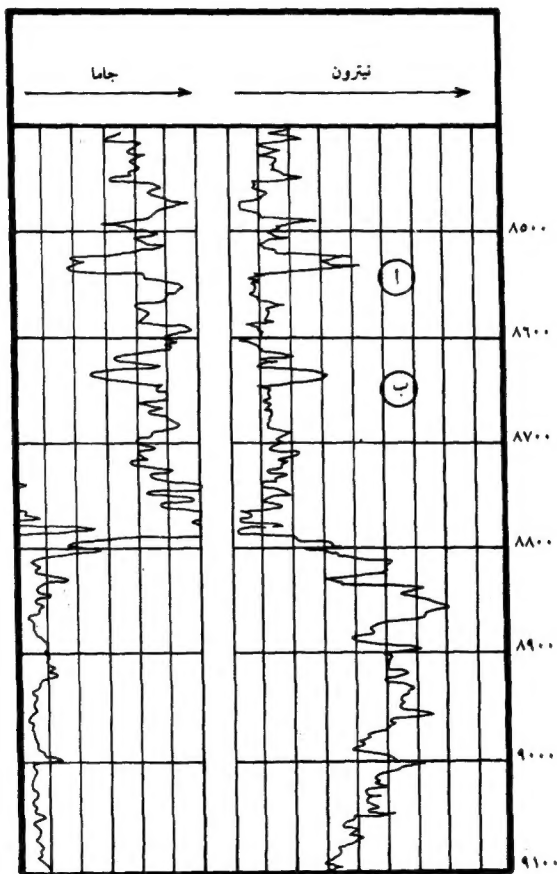
ادرس منحنيات تسجيلات أشعة جاما ونيوترون على البئر الذي يحتوي على طبقات من الطين وحجر الرمل . وحجر الرمل الطيني ثم أوجد الاتي :

(١) ارسم الطبقات على العمود.

(٢) قارن بين كثافة الطبقات .

(٣) قارن بين مسامية الطبقات .

تابع تمرين ١٢ - ١٢





## هذا الكتاب

يحتوي هذا الكتاب على جزئين : أعد الجزء الأول (معادن - صخور - أحافير) ليعخدم الطلاب الدارسين لمادة الجيولوجيا لأول مرة في الجامعة .

ويحتوي الباب الأول على تعريف المعدن وتصنيفه والخواص الطبيعية له إلى جانب خواص أخرى . أما الباب الثاني فيناقش تصنيف وتركيب وأنسجة الصخور النارية مع وصف شامل لأهم هذه الصخور . كما يتطرق الباب الثالث إلى دراسة تكوين وتصنيف ونضوج وتقسيم الصخور الرسوبية مع وصف شامل لها . ويحتوي الباب الرابع على تعريف التحول مع شرح عوامله وأنواعه بالإضافة إلى مناقشة أنسجة وخواص وتقسيم الصخور المتحولة . أما الباب الخامس فقد خصص لدراسة الزمن الجيولوجي وعلم الأحافير والتاريخ الجيولوجي .

ولقد أعد الجزء الثاني (الخريطة الجيولوجية وتطبيقاتها) لكي يستطيع طالب الجيولوجيا المبتدئ من خلاله معرفة الظواهر الجيولوجية التي يمكن تفسيرها وحلها باستخدام الخرائط الجيولوجية الموضوعية والتي سوف تساعد الطالب على تطوير استيعاب البعد الثالث لديه .

ويحتوي الباب السادس من الكتاب على أساسيات علم الخرائط مع صورة مبسطة تسهل متابعتها حتى الوصول إلى آخر الخرائط الجيولوجية الأكثر تعقيداً . ويتناول الباب السابع شرح للخرائط الطبوغرافية كما يوضح طرق رسمها وتفسيرها ، ويغطي الباب الثامن مدخلاً شاملاً للخرائط الجيولوجية شارحاً كيفية رسم الخرائط الجيولوجية للطبقات الأفقية ، كما يبين خطوات رسم القطاع الجيولوجي ، أما الباب التاسع فقد شمل الخرائط الجيولوجية للطبقات المائلة مع إيضاح خطوات رسم أسطح الطبقات وتحديد العلاقة بين زاوية الميل وسمك الطبقات وامتدادها . ولقد تم في الباب العاشر شرح طرق رسم الطبقات المطوية والمتصدعة وأسطح عدم التوافق على الخرائط الجيولوجية . أما الباب الحادي عشر فيحتوي على مناقشة وإيضاح أنواع الخرائط الطبقيّة والخرائط الجيوفيزيائية وطرق تفسيرها . وأخيراً يستعرض الباب الثاني عشر وصفاً للقطاعات الطبقيّة وشرحاً لعملية المضاهاة وطرقها . ولقد أدرج في كل باب العديد من الأمثلة المبسطة واختتم بمجموعة من التمارين .